Capital natural de México

Síntesis

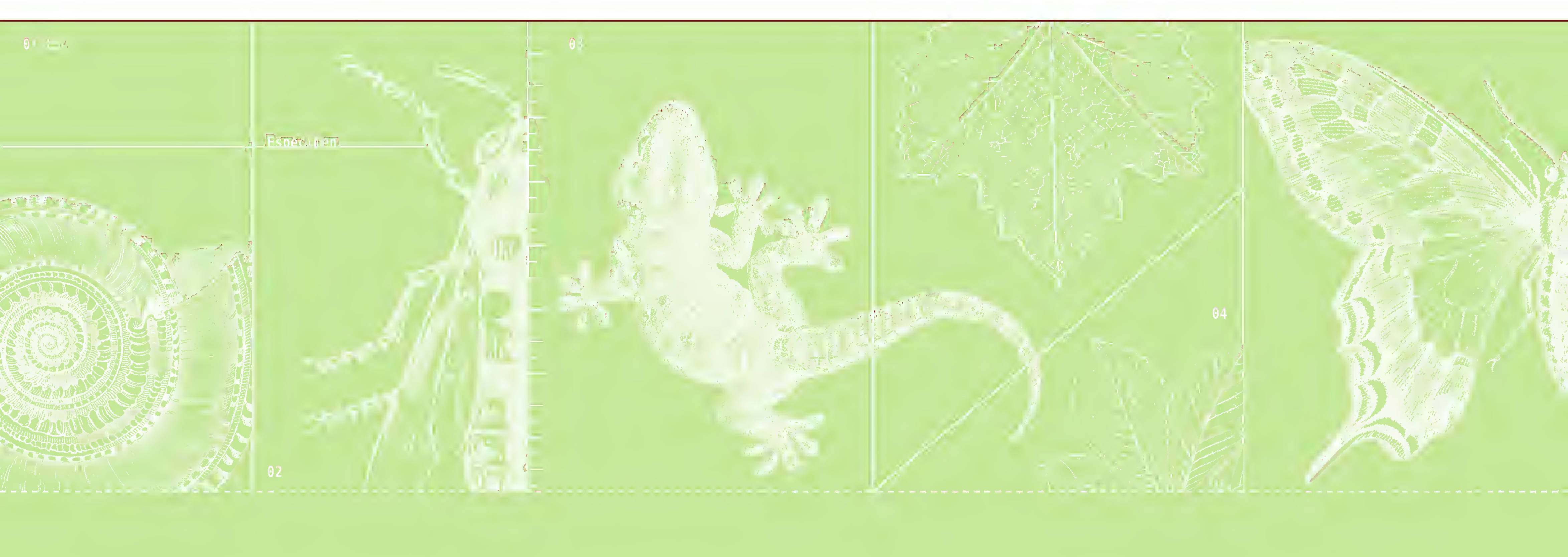
Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad



Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

Capital natural de México

Síntesis



La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
es una Comisión Intersecretarial presidida por el titular del Ejecutivo Federal.





Síntesis

Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad

José Sarukhán
Patricia Koleff
Julia Carabias
Jorge Soberón
Rodolfo Dirzo
Jorge Llorente-Bousquets
Gonzalo Halffter
Renée González
Ignacio March
Alejandro Mohar
Salvador Anta
Javier de la Maza



Comisión Nacional
para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

méxico, 2009

Diseño editorial y formación / José Luis Acosta • Socorro Gutiérrez
Ilustración / Sergio Bourguet • Eliud Monroy
Cuidado de la edición / Antonio Bolívar • Tania Urquiza Haas • Oswaldo Barrera
Fotografías / Fulvio Eccardi
Portada / Gabriel Martínez Meave
Impresión / Offset Rebosán, S.A. de C.V.

Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan, 14010 México, D.F.
www.conabio.gob.mx

Obra completa: ISBN 978-607-7607-02-1
Síntesis: ISBN 978-607-7607-09-0

Impreso en México / *Printed in Mexico*

Forma de citar
Sarukhán, J., *et al.* 2009. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México

Presentación

Esta síntesis representa un esfuerzo para destacar los aspectos medulares de los tres primeros volúmenes de la obra Capital natural de México, *la cual nos brinda un panorama para identificar las prioridades de atención para el futuro, nuevas áreas de investigación y opciones de conservación y manejo sustentable de la diversidad biológica de nuestro país.*

Como el resto de la obra, esta síntesis no es prescriptiva; ofrece un importante sustento de información que, dentro de un marco conceptual, pueden adoptar diferentes órdenes de gobierno, como ayuda para definir políticas públicas con un adecuado balance entre los dos ejes clave para progresar hacia la sustentabilidad: el bienestar social para los mexicanos y las mejores prácticas de manejo y conservación del patrimonio natural de México.

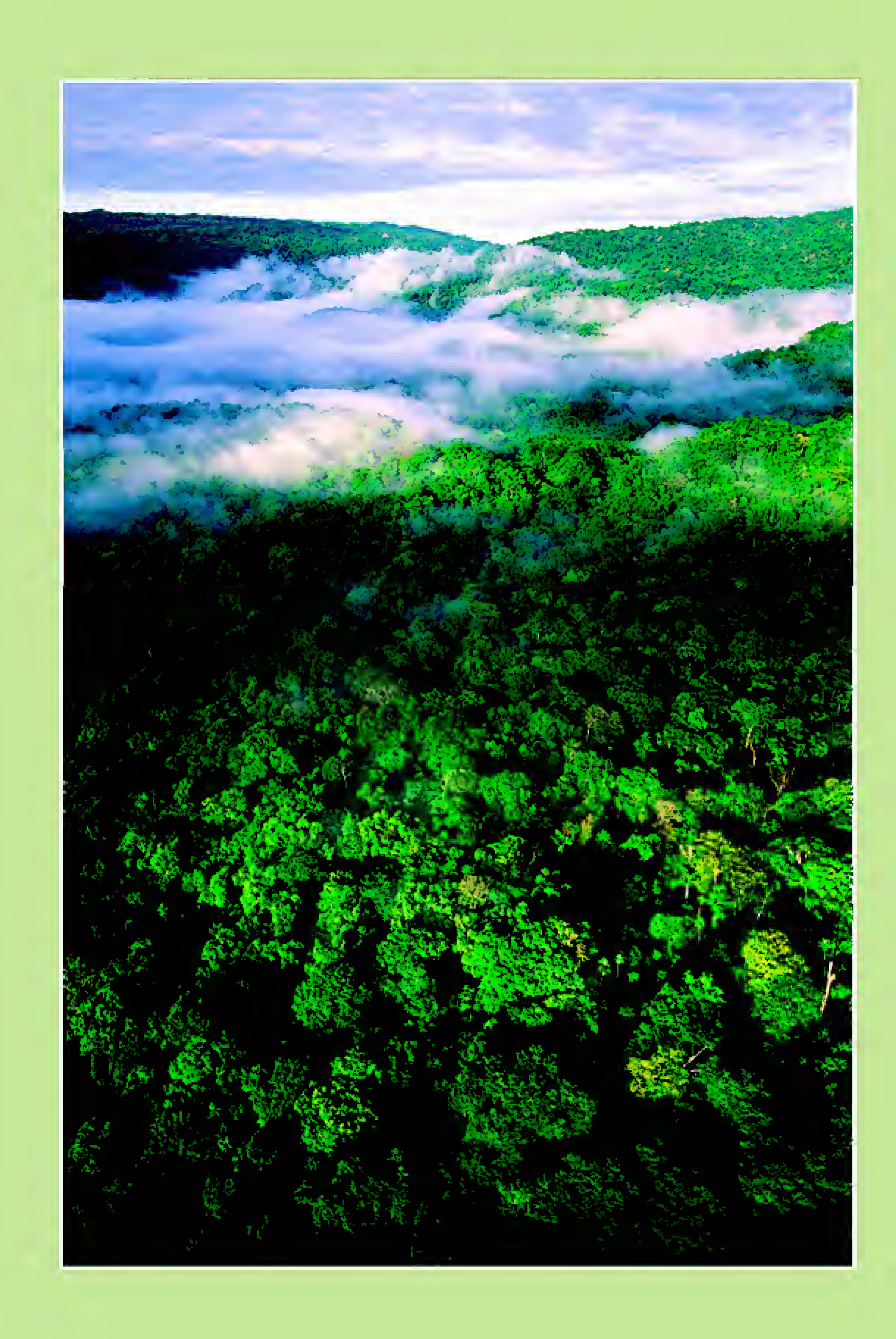
Es ya claro, a escala mundial, que los países no pueden tomar decisiones respecto a los grandes problemas ambientales que nos afectan, tanto los relacionados con el clima como con el capital natural propio, sin el apoyo esencial del mejor conocimiento científico a su alcance. Este ha sido el propósito de Capital natural de México *y de la presente síntesis. Tal información, que sirve de base para la toma de decisiones, surge del conocimiento acumulado por más de dos siglos en el seno de numerosas instituciones nacionales en torno a la diversidad biológica del país, y de la aportación y experiencia de cientos de investigadores, compilada, analizada y actualizada en este amplio estudio. Comprende desde la variabilidad genética de los organismos hasta la diversidad de los ecosistemas, sus procesos ecológicos y servicios ambientales, y también considera el efecto que actividades humanas, políticas públicas y reglamentaciones han tenido sobre el patrimonio natural de México.*

El marco conceptual utilizado se basó en parte en la "Evaluación del milenio de los ecosistemas", pero ha sido adaptado a nuestras circunstancias y características. Este enfoque destaca la importancia que tienen los ecosistemas para brindar bienes y servicios de los cuales depende la humanidad para subsistir, y nos permite tener una línea de base respecto a su estado de conservación y una clara descripción de las principales amenazas que enfrentan los ecosistemas mexicanos en el presente, la forma en que los retos que se originan de lo anterior se resolvieron en el pasado y las tareas que tenemos por delante para conservar el capital natural de México.

Ana Luisa Guzmán

Secretaria ejecutiva,
Comisión Nacional
para el Conocimiento
y Uso de la Biodiversidad

Amanecer en la Selva Lacandona.



Introducción general

México es un país multifacético, plural y diverso en numerosos aspectos. El rasgo más distintivo del país es su gran heterogeneidad. Albergamos en nuestro territorio infinidad de variados paisajes, muchas y singulares culturas, contrastantes niveles sociales y económicos. Todo eso nos hace únicos, ha moldeado nuestro carácter y nuestra unidad como nación; también define las peculiaridades de nuestros problemas. Nuestra característica más valiosa es la diversidad, la pluralidad; en ella destaca la gran diversidad tanto ecológica como cultural. No obstante, a lo largo de la historia, en el ámbito de las políticas públicas por lo general hemos procedido como si tal diversidad no existiera, de acuerdo con la visión de quienes han tenido en sus manos la conducción de la vida nacional, basada en intereses personales y de grupo. Esto ha significado actuar con una concepción simplista y limitada de nuestra nación, que ha tenido consecuencias muy negativas en los ámbitos ecológico y social y, consecuentemente, en el desarrollo del país.

1 *La megadiversidad biológica de México constituye un privilegio y un potencial para el desarrollo del país, y también una responsabilidad hacia nuestra sociedad y hacia el mundo. Sin embargo, su manejo y conservación son muy complicados.*

Cerca de dos terceras partes de la biodiversidad mundial se localizan en poco más de una docena de países conocidos como países megadiversos. Como va siendo cada vez más del conocimiento público, México destaca entre ellos ya que somos la cuarta nación en cuanto a riqueza de especies, además de combinar esa elevada diversidad biológica con una gran riqueza cultural.

Esto no es de extrañar: la diversidad cultural en el planeta está cercanamente

relacionada con la diversidad biológica, ya que las culturas dependen de su entorno natural y de los bienes y servicios que reciben del mismo.

Por otra parte, en el territorio mexicano concurren dos grandes zonas biogeográficas: la llamada Neártica —de afinidad norteña—, que contribuye con una gran representación de las especies de las zonas templadas del mundo, y la Neotropical —de afinidad sureña—, que aporta muchos elementos de la zona tropical, provenientes de la Cuenca Amazónica. En México se presentan casi todos los climas del planeta, lo que aunado a su accidentada topografía y compleja geología permite que se desarrollen prácticamente todos los ecosistemas terrestres presentes en el mundo, concentrados en poco menos de dos millones de kilómetros cuadrados.

Con más de 11 000 km de costas y un mar territorial que se estima en 231 813 km^2 (INEGI 1983), México posee también una extraordinaria diversidad marina; como ningún otro país del mundo, tiene un mar exclusivo, que es el Golfo de California, de gran diversidad biológica y alta productividad marina.

2 *El desarrollo de la humanidad depende totalmente de los ecosistemas y los servicios ambientales que nos brindan; a pesar de ello, hasta ahora no hemos sabido valorarlos.*

Desde su origen, la especie humana ha dependido, para su desarrollo y evolución cultural, de los servicios que la biosfera y sus ecosistemas le han brindado. Incluso las sociedades modernas, industrializadas, dependemos de la actividad de los ecosistemas que existieron en el Carbonífero (hace 300 a 360 millones de años) y que produjeron la materia orgánica de donde provienen los combustibles fósiles, base del desarrollo económico de la humanidad en los últimos dos siglos. En consecuencia, la humanidad sigue siendo, por lo menos en primera instancia, totalmente dependiente de la existencia de los servicios ecosistémicos y del acceso a los mismos.

Interactuamos normalmente con dos grandes tipos de ecosistemas: los naturales como las selvas, los bosques, los manglares, los arrecifes, etc., y los ecosistemas antropizados, modificados por nuestra especie, como son los campos agrícolas, las plantaciones forestales, los sistemas de acuicultura y en cierta forma también los centros urbanos. Estos ecosistemas, junto con las especies que los constituyen y su variación genética, es a lo que llamamos biodiversidad.

3 *La biodiversidad representa el capital natural de la nación y es tanto o más importante que otros capitales como el financiero o el manufacturado. Debemos promover y adoptar una cultura de su valoración en el contexto del desarrollo de México.*

Los ecosistemas no solo son reservorios de la diversidad biológica, sino que, de manera más relevante, nos proporcionan servicios y bienes de valor inestimable y que son fundamentales para nuestra sobrevivencia y bienestar. Además de aportar-

nos alimentos y diversos recursos, captan el agua de lluvia que se infiltra en el suelo y alimenta manantiales, ríos, lagos y humedales; producen y mantienen en su lugar suelos fértiles; capturan el bióxido de carbono de la atmósfera atenuando así el potencial de calentamiento planetario; alojan a los polinizadores indispensables para la fertilización de las plantas —responsables de gran parte de la producción agrícola y la perpetuación de numerosas plantas silvestres—, así como a los agentes que funcionan como control biológico de plagas agrícolas; además, nos ofrecen sitios de recreación e inspiración. Estos son solamente algunos de los servicios que los ecosistemas naturales nos proporcionan gratuitamente.

Una nación integra su patrimonio con varios tipos de capital. El más conocido es el capital económico (lo que normalmente entendemos como "riqueza"), del cual forma parte la infraestructura del país (financiera, industrial, agrícola, de comunicaciones, de generación y distribución de energía, etc.); existen también el capital humano en términos de su número, estado de salud, nivel de educación y capacitación profesional e integración social; el capital cognoscitivo representado por las instituciones educativas, y la capacidad de generar nueva información, de sintetizarla y almacenarla. En las últimas décadas y como resultado de la influencia tanto de ecólogos como de economistas de vanguardia como Partha Dasgupta (2009) y varios otros (Jansson *et al.* 1994, Daily 1997, Prugh *et al.* 1999), se ha incorporado el concepto de capital natural como el conjunto de ecosistemas, tanto los naturales como los manejados por la humanidad, que generan bienes y servicios y son perpetuables ya sea por sí mismos o por el manejo humano. Algunos autores incluyen en este último tipo de capital otros bienes naturales como los hidrocarburos y los minerales. En el contexto de esta obra circunscribimos el concepto de capital natural a los ecosistemas, los organismos que contienen (plantas, animales, hongos y microorganismos) y los servicios que de ellos recibimos.

Varios economistas consideran que el concepto de capital natural implica que las tasas de ahorro de una economía no son una medida adecuada de lo que ese país está realmente acumulando, debido a que ello solamente mide la inversión en capital manufacturado. La idea ha tenido capacidad suficiente de convencimiento al grado que ya el Banco Mundial calcula en la actualidad las tasas reales de ahorro de un país tomando en cuenta la extracción y deterioro de los recursos naturales y los daños ecológicos producidos por la actividad humana, aunque por el momento se enfoca solamente a los daños causados por las emisiones de bióxido de carbono.

Tradicionalmente el producto interno bruto (PIB) se calcula sobre la base de los flujos económicos de un país, y solo refleja un punto fijo de una tendencia de largo plazo; es por lo tanto incapaz de describir el futuro del bienestar de un país. De esta manera el PIB no toma en cuenta el enorme valor que representa la naturaleza, un valor del que depende nuestra vida. Quienes viven y dependen más cercanamente de estos bienes son quienes primero resienten los efectos de esas pérdidas, las cuales acaban por afectar a todos los miembros de una nación e incluso del planeta.

En el paso de la historia y con las experiencias obtenidas a escala global, debe quedarnos claro que las respuestas a nuestros problemas relacionados con la conservación del ambiente y de los recursos naturales no ocurrirán con "composturas tecnológicas", es decir confiando que alguna nueva tecnología arreglará lo que he-

mos hecho mal. La experiencia dice lo contrario. Esas "composturas tecnológicas" no han existido cuando se han profetizado, o bien su impacto positivo ha sido mínimo o sus consecuencias negativas resultaron iguales o peores que los problemas que se intentaban arreglar. Quizá la única excepción ha sido la "Revolución verde", cuyos resultados permitieron incrementar notablemente la producción, aunque no tuvo impacto en los más pobres de los pobres; sin embargo, sus consecuencias ambientales fueron muy nocivas por la contaminación de suelo y agua producida por el abuso de agroquímicos, y además son sistemas energéticos ineficientes.

Hay una desconexión casi total entre el pensamiento económico y los aspectos ambientales de la actividad económica. Un minucioso estudio (Kim *et al.* 2006) sobre los temas que los economistas han tratado centralmente desde 1970, no encontró una sola palabra relacionada con temas cercanos a la problemática ambiental, como ambiente, ecología, externalidades, acuíferos, ecosistemas, clima, capacidad de carga del ambiente, bosques, huella ecológica, etc. (véase también Ehrlich 2008).

Esta es un área en la que economistas y ecólogos deben trabajar juntos, en común acuerdo, primero para entender los problemas relacionados con el ambiente y el uso del capital natural desde sus respectivos puntos de vista, y después para comunicar a la sociedad en la forma más amplia posible las consecuencias de sus hallazgos. Esto puede ir en contra de la visión ortodoxa del quehacer científico, especialmente de los ecólogos, pero es indispensable si queremos que la sociedad comprenda el alcance de los problemas que enfrentamos y la dimensión de los cambios requeridos para enfrentarlos.

Los ecosistemas y sus servicios constituyen un capital comparable con, o más importante que los capitales financieros y de infraestructura que son parte de las cuentas nacionales de un país. Sin embargo, las cuentas nacionales no consideran —con la excepción de algunos países— el deterioro del capital natural (más allá del consumo de sus reservas de hidrocarburos y su minería), ni su costo (como externalidades) en el cálculo de la riqueza producida. De acuerdo con el INEGI (2009), los costos por agotamiento de recursos naturales y degradación ambiental representaron en 2006 8.8% del PIB.

En el contexto de considerar los ecosistemas como parte del capital natural, estudios hechos por varios de los economistas antes mencionados, con una visión que incluye el valor del capital natural, demuestran que la mayoría de los países presentan un crecimiento económico negativo cuando se incluye la pérdida del capital natural como costo de la actividad económica nacional. Sin duda este costo tiene un efecto inmediato o de corto plazo sobre los sectores menos privilegiados de la sociedad y, finalmente, en el largo plazo, para el país mismo.

4 *Las transformaciones de los ecosistemas naturales para obtener bienes y servicios para la humanidad han traído beneficios, pero también han representado severos costos ambientales; no sabemos aún cómo valorar el balance entre costos y beneficios.*

Toda modificación de un ecosistema natural para atender necesidades humanas conlleva una transacción. Por ejemplo, un país puede incrementar su producción de alimentos para atender las necesidades alimentarias de su población convirtiendo los ecosistemas naturales en sistemas agrícolas; pero esta conversión para obtener un bien o servicio tendrá como resultado una reducción en la provisión de otros servicios de igual importancia, como son la provisión de agua, la regulación de inundaciones y azolves o el control de la desertificación. Las políticas que han propiciado tales transformaciones de los ecosistemas naturales nunca han tomado en cuenta el costo social de largo plazo. En buena medida, el estudio del Millennium Ecosystem Assessment (MA 2005) ha motivado el interés de diversos países en hacer el análisis de estos costos transaccionales en sus decisiones de políticas públicas; estos análisis empiezan a realizarse cada vez más en forma cotidiana y todas las estadísticas indican que esa tendencia aumentará muy notablemente en las siguientes cuatro o cinco décadas.

Los resultados del MA indican que existen ya claras evidencias de una seria degradación de la capacidad de los ecosistemas del planeta para proveer los servicios ecosistémicos, incluidos los de producción de alimentos, tanto en sistemas terrestres como marinos, lo mismo a escala global que regional y local. La mayoría de las regiones ecológicas del planeta y de los servicios de los ecosistemas a escala global están en franco proceso de degradación (MA 2005). Por ejemplo, la mitad de los bosques tropicales y templados del mundo ha desaparecido, así como más de un tercio de los manglares del mundo. La situación en los mares es igual o aun más severa: solo 5% de las poblaciones de los organismos de la cúspide de la cadena trófica, es decir los grandes peces depredadores (picudos, marlines, etc.), se ha salvado de una sobrepesca voraz y de los cambios físicos y la contaminación en el medio marino. De manera similar, 75% de las pesquerías del mundo se han agotado o se explotan a su máximo nivel. La superficie del fondo marino que ha sido arrasada por las redes de arrastre es ahora comparable a toda el área deforestada en la superficie terrestre.

5 *El argumento de que el desarrollo está confrontado con el uso sustentable de los recursos y la conservación de nuestro capital natural es falaz e irresponsable. Responde al desconocimiento de información o a la prevalencia de intereses individuales o de grupo sobre el interés público.*

Por largo tiempo ha dominado en nuestro país el argumento de que el desarrollo está confrontado con el manejo racional y sustentable de nuestros recursos y con la conservación del capital natural. Quienes hemos contribuido a la presente obra pensamos que ha llegado la hora de asumir en nuestro país que este argumento es equivocado, que es perverso y obedece a intereses individuales en perjuicio de la mayoría de la población y que, consecuentemente, tenemos que trabajar en un contexto de desarrollo económico sostenido, con beneficio social permanente, acotado por las características ambientales y la capacidad de los ecosistemas para soportar la actividad humana de que se trate.

El capital natural de México representa un gran potencial para el desarrollo y la generación de beneficios para toda la población. A pesar de ello, históricamente hablando, las políticas de utilización de los recursos naturales no han favorecido la conservación de ese capital ni su uso sustentable, y tampoco han mejorado el bienestar social de quienes viven en y de ese capital natural, es decir la población rural del país.

Tenemos que entender que la diversidad biológica y cultural es parte inherente, consustancial, de nuestro país. El capital natural es un patrimonio que debemos conocer cabalmente para valorarlo, utilizarlo y conservarlo adecuadamente en beneficio de todos los mexicanos del presente y del futuro. Es un capital que no podremos recuperar una vez que lo hayamos destruido. El conocimiento de ese capital debe ser creado en nuestro país, sobre todo por nuestra propia gente; tampoco lo podremos importar de otros países o regiones. Los ecosistemas no son transportables de un lado a otro, como tampoco lo son los servicios que nos proporcionan.

6 *El propósito de* Capital natural de México *ha sido adelantar el nivel de conocimiento acerca del patrimonio natural nacional; transitar de la definición de problemas al planteamiento y diseño de soluciones, y pasar de la reacción ante los problemas a la anticipación de los mismos.*

Hemos pensado esta obra para contribuir a la conformación de una cultura que promueva la importancia fundamental de la diversidad biológica de nuestro país; que impulse un mayor aprecio por el enorme valor de los servicios ambientales que nos proporciona la variada naturaleza de México, con un entendimiento de lo que significan las transacciones en el manejo de los ecosistemas, para exigir que las decisiones que afectan a los ecosistemas sean tomadas cada vez más con una visión de políticas multisectoriales y no solo desde el punto de vista del sector ambiental, de manera que los otros sectores gubernamentales (agricultura, comunicaciones, comercio, etc.) no desatiendan el efecto ambiental de las decisiones que toman, y que aporte elementos determinantes para arraigar la decisión de conservar nuestro cada vez más amenazado capital natural.

Entre los propósitos generales de la obra está identificar opciones de uso de nuestra biodiversidad de manera que se armonicen la posibilidad de conservación y el manejo sustentable de la diversidad biológica de México, con beneficios tangibles para la población, especialmente aquella poseedora de los ecosistemas. Intentamos aportar criterios que permitan conformar la agenda ambiental de México para los siguientes 10 años; una visión que sea útil y al mismo tiempo relevante para el Congreso de la Unión; para los funcionarios en áreas ejecutivas de los diferentes órdenes de gobierno; para la comunidad académica, las organizaciones civiles que trabajan en aspectos ambientales y de conservación de nuestros recursos; para la sociedad civil, los partidos políticos, los medios de comunicación, los empresarios y la industria, y, finalmente, para las comunidades que poseen el capital natural del país. Hemos procurado que *Capital natural de México* brinde información funda-

mentada que atienda las necesidades de quienes toman decisiones que afectan nuestro patrimonio ecológico; poner a su alcance la mejor información disponible sobre las características de nuestro capital natural, el estado de conservación del mismo, el potencial que representa si lo usamos con criterios ecológicos y los escenarios de posibles trayectorias que pudiese tomar ese capital, dependiendo de las diversas decisiones y acciones políticas gubernamentales o de la sociedad en general, para delinear aquellas opciones que permitan congeniar el aparente dilema entre conservarlo y utilizarlo sustentablemente con miras al bienestar social presente y futuro.

7 El presente estudio tiene antecedentes de evaluaciones y análisis previos de la biodiversidad de México, de acuerdo con las responsabilidades de nuestro país como signatario del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Además, está actualizado a la luz de avances conceptuales, nuevos datos, el desarrollo de nuevas tecnologías y métodos de análisis de la información con una amplia participación de especialistas.

El primer estudio de esta naturaleza fue elaborado y publicado hace diez años, con información de fuentes bibliográficas en su mayoría anteriores a 1995. Ese estudio fue un primer esfuerzo, coordinado por la Conabio, para dar a conocer a los sectores involucrados en la temática de nuestros recursos bióticos una síntesis descriptiva de la biodiversidad de México, lo que además permitió cumplir los compromisos adquiridos al signar y ratificar el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). La información compilada entonces ha sido usada como base para el diseño o evaluación de diversos proyectos ambientales y en la difusión de la importancia y la discusión de los principales aspectos relacionados con la diversidad biológica de México. También se constituyó en un marco de referencia nacional para que los estados del país, con el estímulo y apoyo de la Conabio, produjesen sus propios informes, cosa que han hecho cerca de la mitad de ellos.

Hay que mencionar que ha habido, en relación con el primer estudio realizado, un avance conceptual evidente desde el título mismo, *Capital natural de México*, que trata de capturar el valor de la biodiversidad desde una perspectiva social. Otra importante diferencia ha sido tanto el número de participantes en la obra como la mayor plataforma de conocimiento disponible que permitió el presente estudio. Esto fue el resultado no solo de una cantidad sustancialmente mayor de datos, sino también del desarrollo de nuevas tecnologías y métodos de análisis de la información —particularmente la espacial— que ha permitido un mejor entendimiento de muchos aspectos relacionados con la distribución de las especies, las comunidades y los ecosistemas, y las relaciones entre estos elementos.

Es también un reflejo del notable crecimiento y diversificación que el país ha tenido en las últimas décadas, no solo en términos de sus capacidades y recursos humanos, sino en la solidez de sus instituciones gubernamentales, académicas y civiles, y en cuanto a la mayor madurez y capacidad de trabajo conjunto entre sus miembros.

Este esfuerzo para evaluar el estado actual de conocimiento acerca de la biodiversidad de México y su conservación no tiene precedentes. Representa un trabajo de compilación y síntesis de la información disponible sobre los componentes de la diversidad biológica, varios aspectos relacionados con los factores de presión que los afectan, y sobre el potencial para su gestión sustentable. Además, hemos querido darle un énfasis especial a la descripción y el análisis de los servicios que proporcionan los ecosistemas, y relacionar el estado de estos servicios con el bienestar social tanto de los grupos que directamente viven en y de los ecosistemas como de la sociedad urbana que recibe de forma menos consciente dichos servicios. Este enfoque se ha inspirado en buena parte en el estudio global del Millennium Ecosystem Assessment que se llevó a cabo durante cinco años con la participación de más de 1 360 científicos de 95 países (MA 2005).

Estructura de la obra

La presente obra está organizada en cinco volúmenes, cada uno con un número variable de capítulos, en los que se ha tratado de realizar una evaluación científica de la información existente. Los tres primeros volúmenes incluyen 45 capítulos, han sido escritos por 648 autores y evaluados por 96 revisores externos, y cubren los siguientes temas:

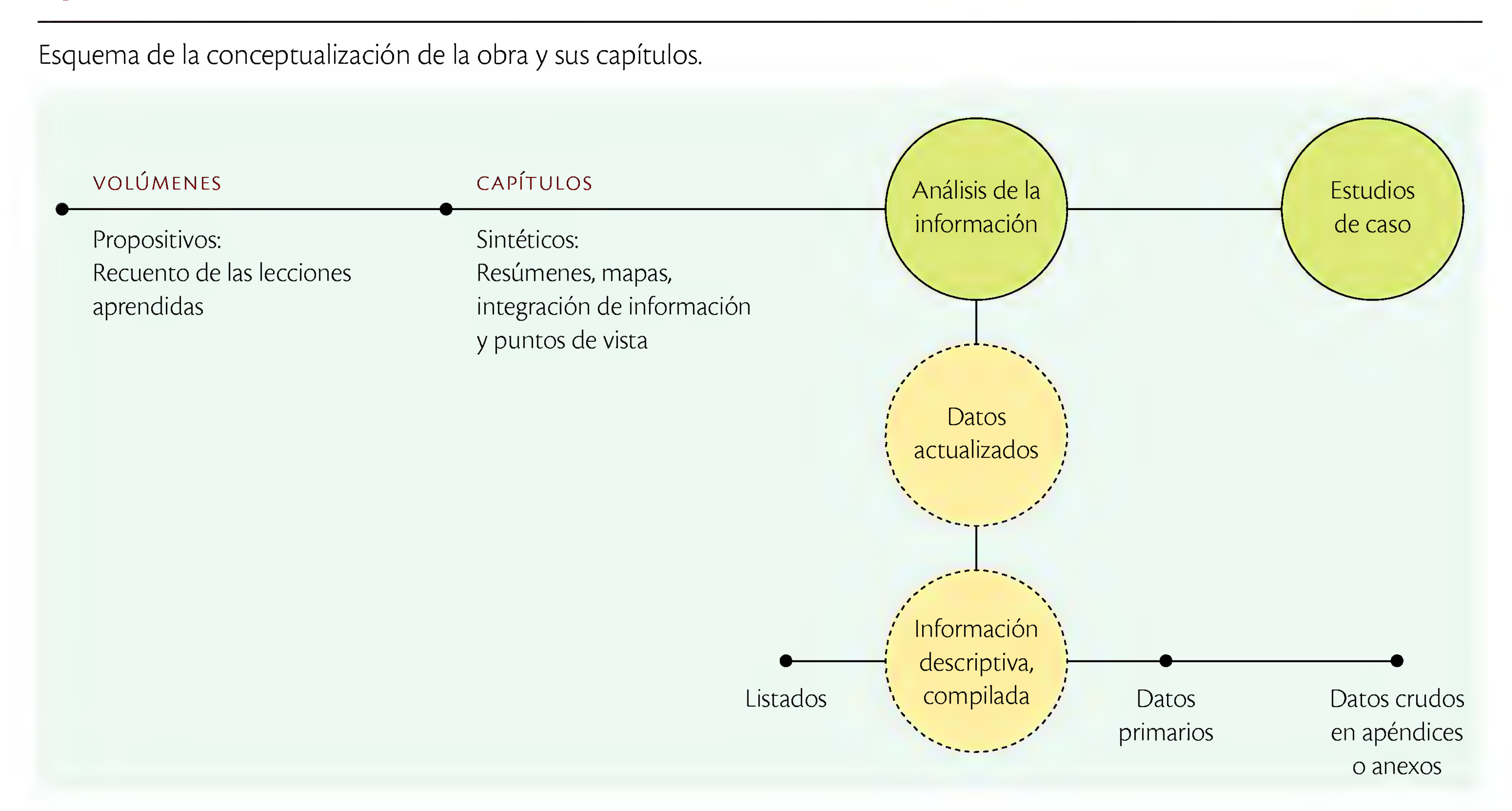
- *Volumen I: Conocimiento actual de la biodiversidad.* Para documentar el conocimiento que actualmente tenemos sobre nuestro capital natural se aborda la pregunta central de qué sabemos sobre la biodiversidad residente en México. Es decir, cuál es el conocimiento de la diversidad genética de las especies silvestres y cultivadas; cuántas especies de plantas, animales y microorganismos se han descrito de nuestro territorio y cómo se distribuyen; cuántas especies se han extinguido y cuáles eran endémicas y por lo tanto se han extinguido del planeta; qué tipos de ecosistemas hay en México, cómo se estructuran y cuáles son algunas de sus funciones.
- *Volumen II: Estado de conservación y tendencias de cambio.* Se analiza cuál es el estado de los ecosistemas que contienen la diversidad biológica de México en diferentes regiones del país; las tendencias de cambio en las últimas cinco o seis décadas, cómo han sido estos cambios y los factores que han desempeñado un papel central en dichos cambios; cuáles, si se pueden medir adecuadamente, han sido los costos o beneficios sociales de tales cambios. Se analizan los avances y limitaciones en la conservación del capital natural y los aspectos más sobresalientes en los que debemos poner atención especial en el futuro. En particular, al tratar los problemas de conservación de la biodiversidad en términos de la pérdida de poblaciones, cultivares, especies y ecosistemas del país, y del deterioro antropogénico de la funcionalidad de los ecosistemas, debemos entender que tal deterioro biológico se traduce en la pérdida de los servicios ambientales, de los cuales depende a su vez, en última instancia, el bienestar social.

- *Volumen III: Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad.* Se analiza cuáles han sido las políticas y cómo han afectado, positiva o negativamente, el manejo racional y la conservación de nuestro capital natural; cómo podemos mejorar la capacidad del país para realizar evaluaciones de políticas, acciones de conservación y manejo sustentable de la diversidad de México y de sus beneficios para la sociedad. Se sugiere cuáles son los cambios que deben ampliarse y consolidarse para lograr la sustentabilidad ambiental en el uso de la biodiversidad.
- *Volumen IV: Capacidades humanas, institucionales y financieras.* Para identificar los factores que nos han permitido o dificultado llegar al estado actual de conocimiento, evaluación y manejo y conservación de nuestro capital natural se evalúa cuáles han sido las bases institucionales, de capital humano, los niveles de apoyo financiero público y privado y otros elementos que han determinado el avance o retroceso en la atención a los problemas relacionados con el capital natural de México. Asimismo, se apuntan las principales necesidades para un sano y sostenido desarrollo de los esfuerzos de conservación y manejo sustentable de los ecosistemas en el futuro próximo.
- *Volumen V: Escenarios futuros.* Los escenarios posibles de la diversidad biológica de México se analizan en el contexto de cuáles serán los cambios más probables de cara al futuro en los ecosistemas y los servicios que proporcionan; qué factores serán determinantes en esos cambios y qué líneas de acción podrían lograr una situación más deseable para el país.

La estructura de los volúmenes se conceptualizó como se muestra en la figura 1. Se ha procurado que los capítulos tengan la mejor y más reciente información téc-

Figura 1

Esquema de la conceptualización de la obra y sus capítulos.



nica y científica, y se buscó alcanzar una representatividad de expertos por regiones y disciplinas lo más equilibrada posible. Los autores responsables de los capítulos han hecho un esfuerzo por lograr que exista siempre una documentación de respaldo a los textos que permita llevar a cabo un sistema de seguimiento eficiente y que el lector conozca con el mayor detalle las fuentes de la información. Se ha pretendido también que esa documentación pueda ser revisada en el futuro para desarrollar otras evaluaciones del estado del capital natural del país. También se buscó en todos los capítulos señalar los huecos u omisiones en información básica, investigación, formación, políticas públicas, etc., referentes al tema tratado.

Organización

Esta obra se realizó con la orientación de un coordinador general, quien dio la visión del estudio y de los productos necesarios, y de un grupo de compiladores de cada uno de los volúmenes, quienes convocaron a los autores responsables de los capítulos, amalgamaron experiencias, y catalizaron y sumaron voluntades. Dichos autores aportaron su experiencia y conocimiento en los distintos temas y fueron los responsables de integrar los escritos a tiempo e invitar a diversos coautores y autores de recuadros para enriquecer el contenido con su experiencia e ilustrar de forma sintética distintos procesos o determinadas situaciones. Finalmente, un pequeño secretariado tuvo a su cargo la coordinación, organización y documentación del proceso y el apoyo de todas las labores logísticas necesarias, tales como reuniones, envío a revisiones pares y al editor de la obra.

Revisión de pares

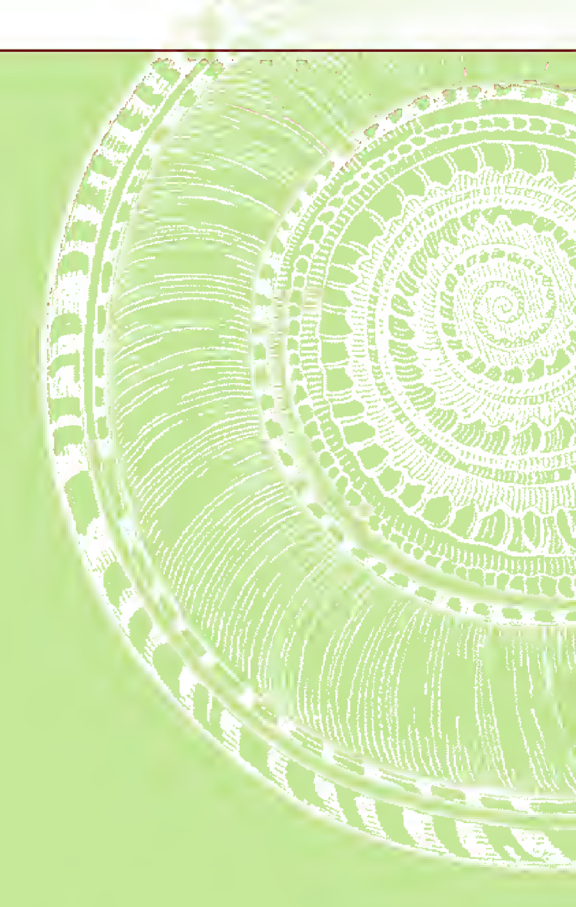
Todos los capítulos fueron revisados por académicos conocedores del tema de que se trataba y que no tomaron parte en la elaboración de los mismos. La responsabilidad final de cada capítulo fue de quienes aparecen como autores responsables y de los coautores. Las observaciones o discrepancias de los revisores fueron analizadas una por una y discutidas con los compiladores en los casos de diferencias de opinión, y resueltas satisfactoriamente para ambas partes de acuerdo con los autores responsables de los capítulos o los compiladores de cada volumen. En caso de diferencias irreconciliables, se incluyó una nota estableciendo el diferendo de opinión.

Información adicional

En algunos de los volúmenes se presentan datos relacionados con el material de los capítulos, anexos en un disco compacto adjunto. En el caso del volumen I se ha incluido además un disco que contiene el listado de las especies de animales, plantas, hongos y microorganismos que son conocidos en México hasta el momento y

que estará además en línea en la página web de la Conabio para que los especialistas interesados puedan consultar, actualizar, añadir y corregir la lista de las especies mexicanas. Esta base de datos constituye el primer esfuerzo nacional en este sentido; no pretende ser exhaustivo ni completo sino al contrario, trata de atraer a los especialistas de los diferentes grupos en el mundo a mejorar nuestro conocimiento acerca de la biota mexicana. En los capítulos se han incluido estudios de caso o recuadros, que muestran y discuten algunas experiencias exitosas o complementarias o bien ilustrativas, a mayor profundidad, de algunos de los temas abordados en los respectivos capítulos. Los tres primeros volúmenes de la obra —el texto de los capítulos y la información adicional de cuadros y datos primarios— estarán disponibles en breve para consulta en línea en la página web de la Conabio (*www.conabio.gob.mx*). Los dos últimos podrán consultarse a principios de 2010.

A continuación se describen los principales hallazgos que se exponen en dichos volúmenes.



Diversidad de maíces criollos.





I

México es uno de los países con mayor diversidad biológica y cultural. Una gran parte de la biodiversidad es exclusiva de nuestra nación, lo que representa una seria responsabilidad ante el mundo. Las relaciones entre biodiversidad y culturas ofrecen a México grandes oportunidades para el desarrollo. El cuerpo de conocimiento y capacidades que ha desarrollado el país, aunque aún tiene lagunas y limitantes, debe ser la base para tomar decisiones sobre el uso y conservación de la biodiversidad nacional.

La elevada biodiversidad de México se explica por su gran complejidad fisiográfica y por su intrincada historia geológica y climática. La flora y fauna mexicanas muestran patrones geográficos correlacionados con el comportamiento del medio físico y su historia geológica. El volumen I incluye un capítulo sobre la biodiversidad en el pasado geológico reciente, información que es de gran utilidad para dar un contexto a los procesos de cambio climático por los que atravesamos en la actualidad.

Esa gran diversidad biológica de nuestro país se refleja en la enorme diversidad de ecosistemas, así como de procesos ecológicos que son producto de la relación de los organismos entre sí y con su ambiente físico. Estos procesos forman la base de importantes servicios ambientales, en particular de provisión, de regulación, culturales y de soporte.

México no solo destaca por el elevado número de especies que alberga, sino también por su riqueza de endemismos (especies que se distribuyen solo en México) y por la gran variabilidad genética mostrada en muchos grupos taxonómicos, resultado de la evolución o diversificación natural y cultural en el país. Las culturas prehispánicas mesoamericanas domesticaron un gran número de especies a la vez que usaron muchas más, tanto silvestres como cultivadas, con fines alimenticios, terapéuticos, textiles, religiosos, de ornato y de construcción.

Junto con Indonesia, México destaca en el ámbito mundial por la correlación estrecha entre su gran diversidad biológica y cultural. Se ubica en primer lugar en el continente americano y quinto del mundo por el número de lenguas vigentes en su territorio (291 lenguas vivas en el país). En su territorio, la distribución de la variación lingüística corresponde cercanamente con las áreas de mayor biodiversidad.

8 El nuestro es un país privilegiado por la excepcional diversidad biológica de su territorio, expresada en la multiplicidad de ecosistemas y sus numerosas especies que presentan una amplia variabilidad genética, en particular evidente en el caso de las especies cultivadas.

Como se detalla en el volumen I, se estima que en el territorio mexicano habitan cientos de miles de especies, con una amplísima variedad genética, en particular evidente en el caso de las especies cultivadas.

En el mundo se conocen hasta el momento alrededor de 1.8 millones de especies animales, vegetales y de microorganismos, de un total estimado conservadoramente en más de 10 millones de especies. Es decir, desconocemos más de 80% del total posible de especies, pero al mismo tiempo tenemos un panorama claro de la magnitud de la riqueza de la vida y de su distribución en la Tierra. También tenemos suficiente conocimiento para determinar que México es uno de los cuatro países con mayor número de especies animales y vegetales y que en consecuencia se encuentra entre los países denominados "megadiversos", que albergan entre 60 y 70 por ciento de la diversidad conocida del planeta. La proporción de especies presentes en nuestro país respecto al total conocido es sensiblemente mayor (alrededor de 10 a 12 por ciento) que la proporción de superficie terrestre que México representa del total mundial (1.4%) (véase el capítulo 11 del volumen I).

Los grupos mejor conocidos son los vertebrados terrestres. Las figuras 2a y b ilustran de manera comparativa la riqueza de especies de vertebrados en general, así como de los endémicos. En lo que se refiere a mamíferos, en México habitan 535 especies, de las cuales 488 son terrestres y 47 son marinas (Ramírez Pulido *et al.* 2005, 2008); nuestro país se encuentra detrás solamente de Indonesia y

Figura 2a

Los cinco países con mayor diversidad de especies de vertebrados (fuente: Conabio 2006).

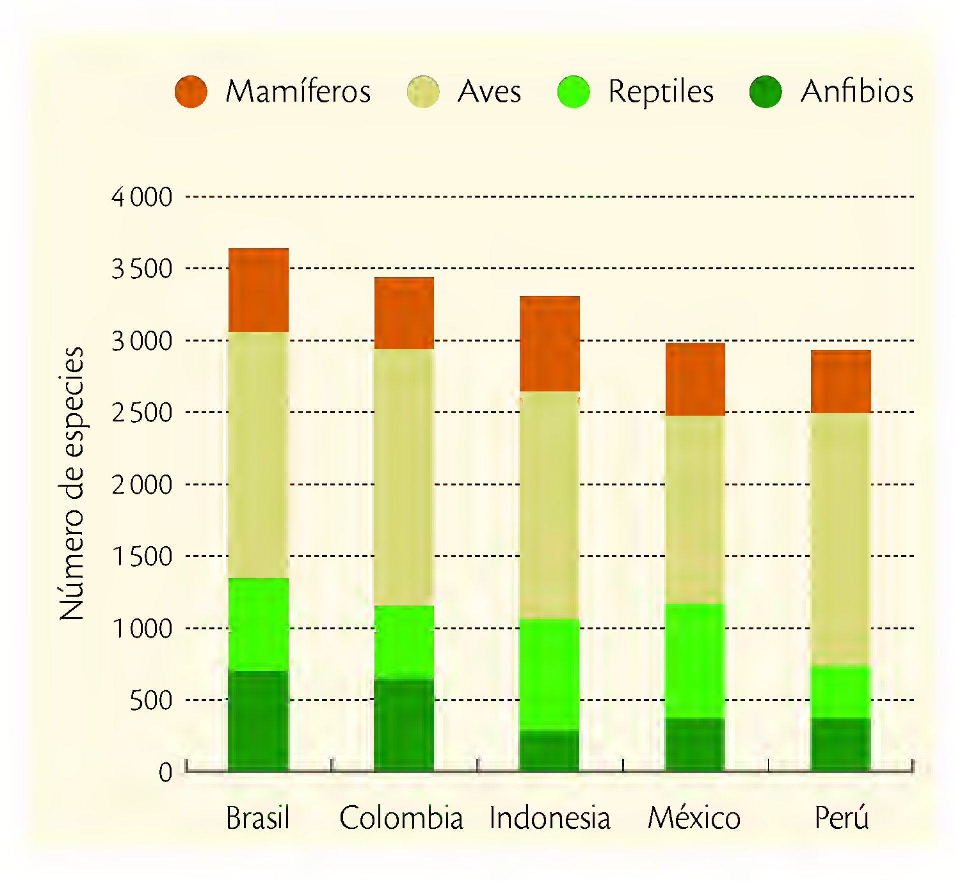
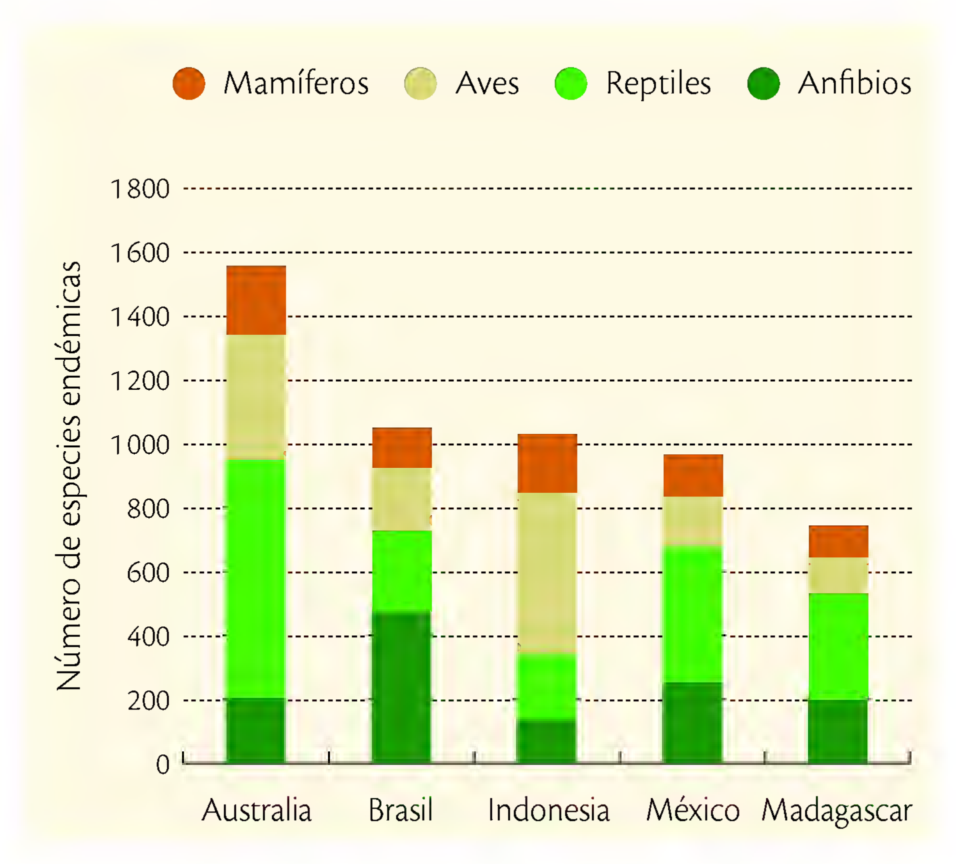


Figura 2b

Los cinco países con mayor número de especies endémicas de vertebrados (fuente: Conabio 2006).



Brasil que cuentan con 667 y 578 especies en total, respectivamente. México posee el mayor número de especies de mamíferos marinos.

Con una superficie territorial 3.5 veces mayor que la de México, Australia posee 880 especies de reptiles, mientras que en nuestro territorio se han descrito 804 especies, por lo que México ocupa el segundo lugar en el número de especies de este grupo (Flores-Villela y Canseco Márquez 2004).

México, que tiene litorales en el Océano Pacífico, el Atlántico y el Mar Caribe, es además el único país del mundo con un mar propio (el Golfo de California o Mar de Cortés); sus aguas patrimoniales albergan numerosos ecosistemas y especies con las más variadas formas de vida. Por ejemplo, se han descrito 2 184 especies de peces marinos, cifra superada solamente por la región del Pacífico asiático, conformada por Indonesia, Filipinas, Australia y parte de Papua-Nueva Guinea, con una superficie marina mucho mayor. El cuadro 1 resume los datos de los vertebrados presentes en México, con las cifras de las especies descritas, las que se estima que en realidad existen, cuántas de ellas son endémicas de nuestro país y el total conocido para cada grupo en el mundo (Fig. 2).

En lo que se refiere a insectos, el grupo de animales más numeroso, se han descrito de México hasta el presente 47 853 especies, pero se estima que existen cerca de cien mil.

Nuestro país se encuentra entre los cinco con el mayor número de plantas vasculares. Se han descrito hasta ahora poco más de 25 000 de un total que se estima entre 27 000 y 30 000, de las cuales una alta proporción es endémica al país (Figs. 3a y b).

La figura 4 ilustra de manera comparativa la riqueza de especies de hongos, plantas y animales en el mundo y en México.

Por primera vez se ha compilado en una sola fuente de consulta —y en una base de datos— la información sobre las especies animales, vegetales y microorganismos que se han descrito de nuestro país. La información se presenta de dos maneras: en un disco interactivo anexo a la obra y en línea en la página web de la Conabio (*www.conabio.gob.mx*), de manera que los especialistas del mundo en los diferentes grupos de organismos puedan revisar esa información y la corrijan o la incrementen con información que no era conocida al momento de producir esta obra. Lo anterior nos permitirá tener un conocimiento al día sobre las espe-

Cuadro 1 Especies de vertebrados descritas, estimadas y endémicas de México y total mundial (capítulo 11, vol. I)

	Descritas de México	Estimadas para México	Endémicas de México	Descritas del mundo
Peces	2 692	2 729	271	27 977
Anfibios	361	371	174	4 780
Reptiles	804	812	368	8 238
Aves	1 096	1 167	125	9 721
Mamíferos	535	600	161	4 381

Figura 3a

Los cinco países con mayor diversidad de especies de plantas vasculares (fuente: CONABIO 2006).

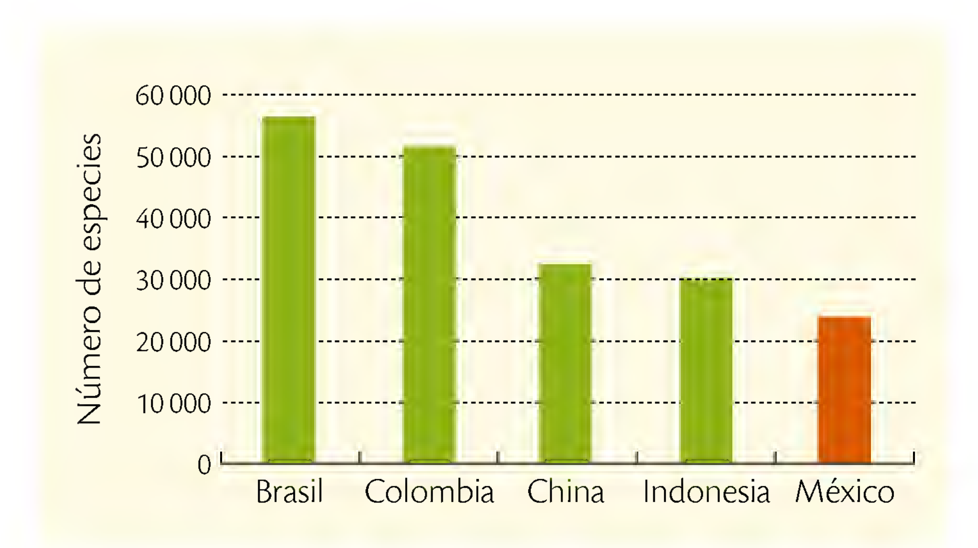


Figura 3b

Los cinco países con mayor número de especies endémicas de plantas vasculares (fuente: CONABIO 2006).

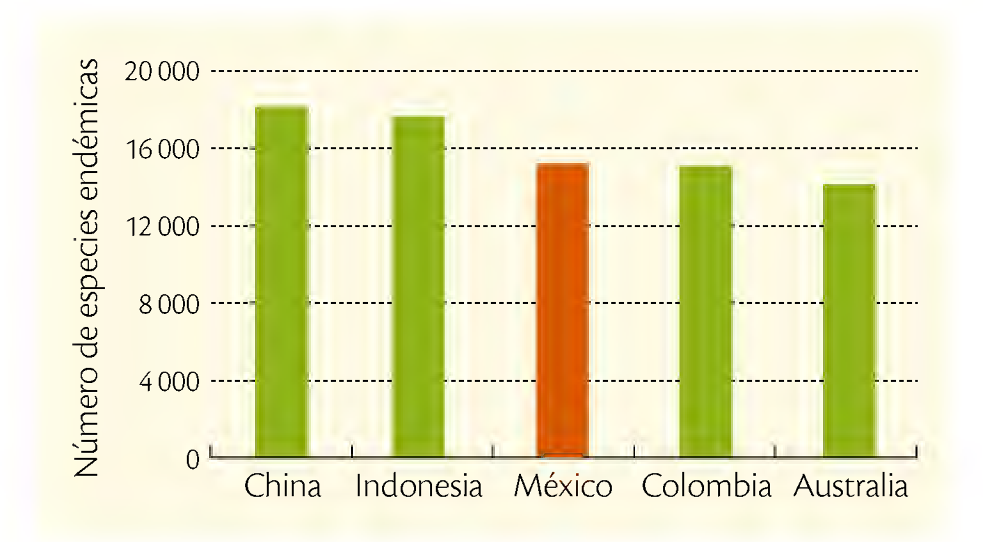


Figura 4

Diversidad de especies de hongos, de plantas y de animales en el mundo y en México (CONABIO 2006; capítulo 11, vol. I).

	Conocidas en México	Estimadas en México	Conocidas en el mundo
Mamíferos	535	600	4 381
Anfibios	361	371	4 780
Reptiles	804	812	8 238
Aves	1 096	1167	9 721
Musgos	1 482	2 000	19 900
Peces	2 692	2 729	27 977
Algas	2 702	2 702	27 000
Hongos	7 000	12 000	70 000
Otros invertebrados	7 452	23 846	180 195
Otros artrópodos	12 227	20 407	163 227
Plantas vasculares	25 008	31 100	272 655
Insectos	47 853	97 462	915 350

1 10 100 1 000 10 000 100 000 1 000 000

cies que se han descrito de México, así como la validación de los expertos en los diferentes grupos.

9 *Gran parte de la diversidad biológica de México es exclusiva de nuestro país y eso nos confiere una gran responsabilidad en los ámbitos regional y global.*

Un componente especial de la excepcional biodiversidad de México es la alta proporción de especies que solo existen en nuestro país (denominadas endémicas), lo que imprime mucho mayor valor a su diversidad biológica. En este aspecto, México también destaca de manera importante cuando se le compara con otros países megadiversos (Figs. 2 y 3).

En nuestro territorio han evolucionado, por ejemplo, unas 15 000 especies de plantas (entre 50 y 60 por ciento de las especies conocidas de México hasta ahora) que son endémicas del país. Esto se traduce en que la mitad o más de nuestra flora no se encuentra en ninguna otra parte del mundo. Si una de estas especies se extingue en México, desaparece del planeta.

Por lo anterior, las especies endémicas son en particular importantes en relación con la diversidad biológica y por ende prioritarias para las políticas de conservación. Debe quedar claro que no podremos "importar" de ningún otro lugar las especies que conforman nuestros ecosistemas.

Entre los vertebrados, los reptiles y los anfibios son los grupos con mayores porcentajes de endemismo, con una proporción de especies de distribución exclusiva en el país de 57 y 65 por ciento, respectivamente. Los mamíferos (terrestres y marinos) y los peces dulceacuícolas también presentan un alto grado de endemismo, equivalente a 32% en ambos casos.

La responsabilidad que tenemos de conocer, usar y conservar este patrimonio, ante nosotros mismos y ante el mundo, es muy grande.

10 *Debido a la gran variabilidad ecológica, la biodiversidad de México se distribuye heterogéneamente, lo que tiene importantes implicaciones para su conservación.*

Como pasa en muchas partes del mundo, en México hay, en general, más especies en las zonas tropicales que en las zonas templadas. Sin embargo, la extraordinaria combinación de factores que hay en México, que influyen sobre los procesos evolutivos, ocasiona que los patrones espaciales de la diversidad biológica de México sean extremadamente complejos. El conocimiento de las áreas de distribución de las especies y su arreglo en el espacio geográfico nos muestran que la biodiversidad de México no se distribuye de manera homogénea. En general, hay un mayor número de especies por unidad de área hacia el sur, en el trópico húmedo. Por ejemplo, es muy conocido el patrón latitudinal de una mayor concentración de especies de vertebrados terrestres y de plantas vasculares, aun cuando existen muchas excep-

ciones debidas a la compleja historia biogeográfica del país. En México existen varios grupos especialmente ricos en los desiertos, como las cactáceas (Dávila *et al.* 2002), grupos de fauna con patrones biogeográficos determinados por las montañas (Halffter 1987, 2003) y un enorme número de endemismos y microendemismos que no necesariamente se correlacionan con los patrones observados entre grupos taxonómicos.

La distribución de las especies endémicas tiene patrones bien definidos en el territorio mexicano. Aunque varía para los diferentes grupos de especies, el menor número de especies endémicas se encuentra en las regiones tropicales húmedas; una proporción mayor en las regiones tropicales subhúmedas y una muy alta proporción en las regiones áridas y semiáridas. Los patrones de distribución de riqueza de especies y de concentración de especies endémicas para diferentes grupos de organismos no son coincidentes (Fig. 5). Lo anterior implica que cada una de las regiones del país posee una biodiversidad diferenciada y esto tiene consecuencias profundas para el uso y la gestión de la diversidad biológica. No es posible tener representada la biodiversidad del país en pocas áreas ni establecer políticas homogéneas de conservación y uso, lo cual es una razón para que la agenda nacional considere enfoques y políticas territoriales adecuados a la compleja distribución heterogénea de la diversidad biológica del país.

Los patrones espaciales de diversidad muestran que ningún grupo por sí solo puede servir para identificar los sitios de mayor biodiversidad, y que describir estos patrones es un aspecto básico para definir los instrumentos más adecuados para la conservación. Por ejemplo, en el caso de grupos como las aves, y en regiones que pueden considerarse prioritarias para la conservación por la excepcional biodiversidad que albergan (*hotspots*, es decir, áreas con altas concentraciones de especies endémicas amenazadas de extinción o en riesgo de desaparecer por la presión humana), las reservas de la biosfera pueden ser una opción de manejo adecuada dado que suelen comprender áreas extensas con una zonificación de uso de suelo bien establecida (Halffter 1984, 1988). Al ser México pionero en el establecimiento de este tipo de reservas, bien puede ser el momento de evaluar con seriedad su papel real en la conservación. Por otro lado, para grupos como los anfibios y reptiles, y en regiones de alta heterogeneidad como el Eje Neovolcánico, sería más adecuado pensar en estrategias como la implementación legal y la práctica de nuevos modelos de conservación, como los corredores biológicos o una decidida apuesta por el manejo sustentable y de bajo impacto de zonas fuera de las áreas protegidas.

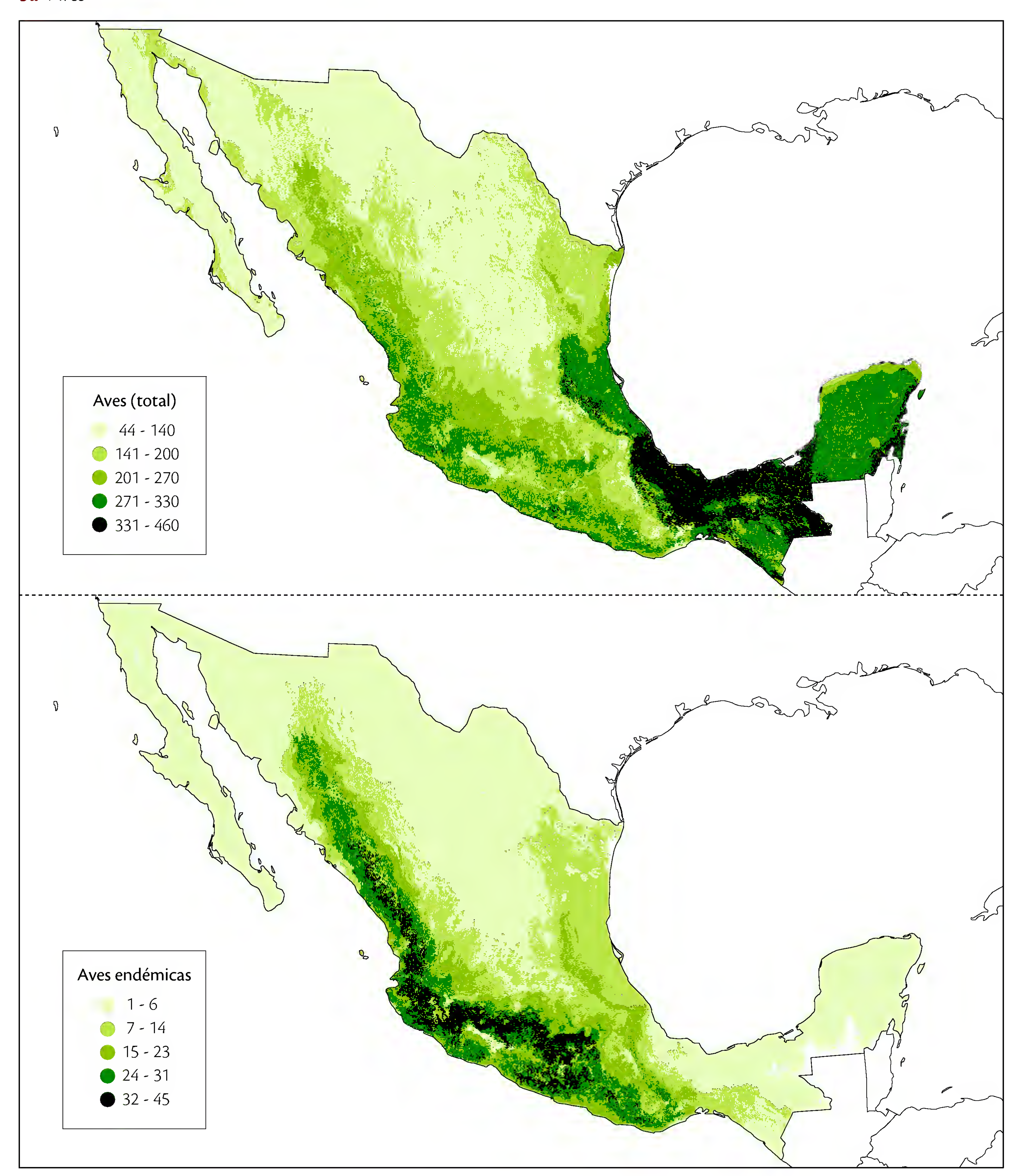
11 *En el país existe una enorme diversidad de ecosistemas terrestres. Los detalles cuantitativos sobre los servicios ambientales que nos prestan están mal conocidos, pero no cabe duda sobre su importancia económica.*

La gran variabilidad ecológica y la compleja topografía y geología de nuestro territorio, con sus climas y microclimas, producen una infinidad de hábitats. Todos estos factores propician que la diversidad biológica se exprese en muy diversos ecosistemas terrestres.

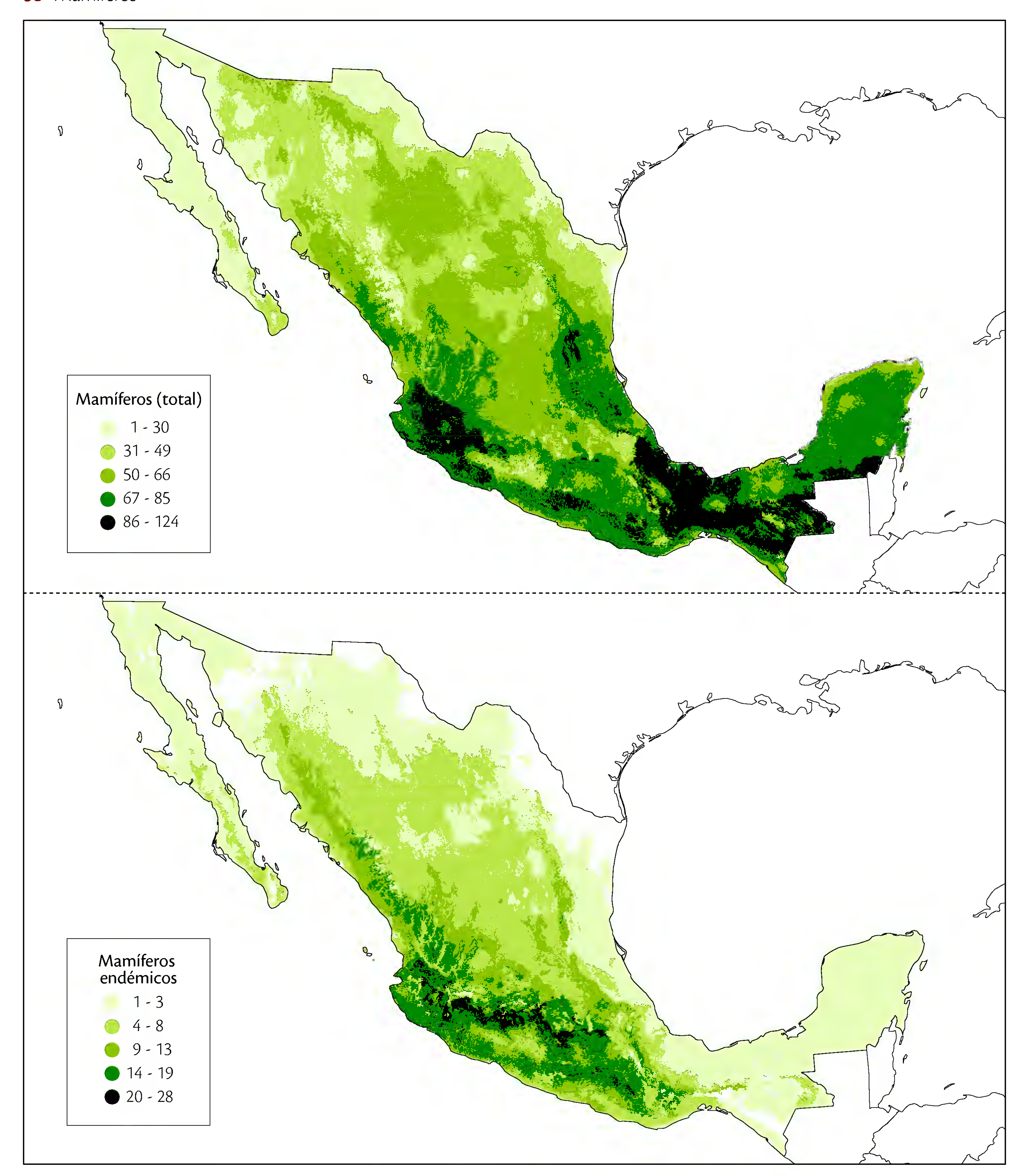
Figura 5 [*esta página y la siguiente*]

Los patrones de distribución de riqueza de especies y de concentración de especies endémicas para (*a*) aves y (*b*) mamíferos no son coincidentes (capítulo 12, vol. I).

5a Aves



5b Mamíferos



En el norte y parte del centro del país se encuentran las zonas áridas y semiáridas, caracterizadas por los matorrales xerófilos, pastizales y bosques espinosos; en las planicies costeras y secas del Pacífico, centro del Golfo de México y noroeste de Yucatán se encuentran los bosques tropicales secos y semisecos; en las zonas más húmedas inferiores a los 900 metros sobre el nivel del mar se ubican los bosques tropicales perennifolios, y a mayores altitudes los bosques de niebla; finalmente, en las sierras habitan los bosques de coníferas y de encinos.

Recientemente se han reconocido las ecorregiones como áreas que contienen un conjunto geográficamente distintivo de comunidades naturales que comparten la gran mayoría de sus especies y dinámicas ecológicas, así como condiciones ambientales similares. En el caso de México contamos con una cartografía detallada a escala 1 : 1 000 000, en la que se definen 96 ecorregiones terrestres sin incluir las de islas (INEGI-CONABIO-INE 2007), lo que ha sido un indicador de gran utilidad en la planeación de la conservación.

La tarea de entender los procesos ecológicos básicos que mantienen el funcionamiento de los ecosistemas es fundamental; sin embargo, aún no contamos con mapas a escala regional y nacional. Generar esta información es una tarea pendiente para poder conservar y aprovechar los servicios que nos brindan los ecosistemas. Se requiere un claro entendimiento de cómo operan los procesos ecológicos básicos para planear e implementar mejores programas de manejo sustentable de los ecosistemas que incluyan la óptima administración de los servicios ecológicos de los cuales depende el desarrollo económico y social.

12 *La biodiversidad en los ecosistemas marinos de México, que es excepcionalmente grande y relativamente menos conocida que la terrestre, representa un potencial como recurso natural que se sigue desperdiciando de manera importante.*

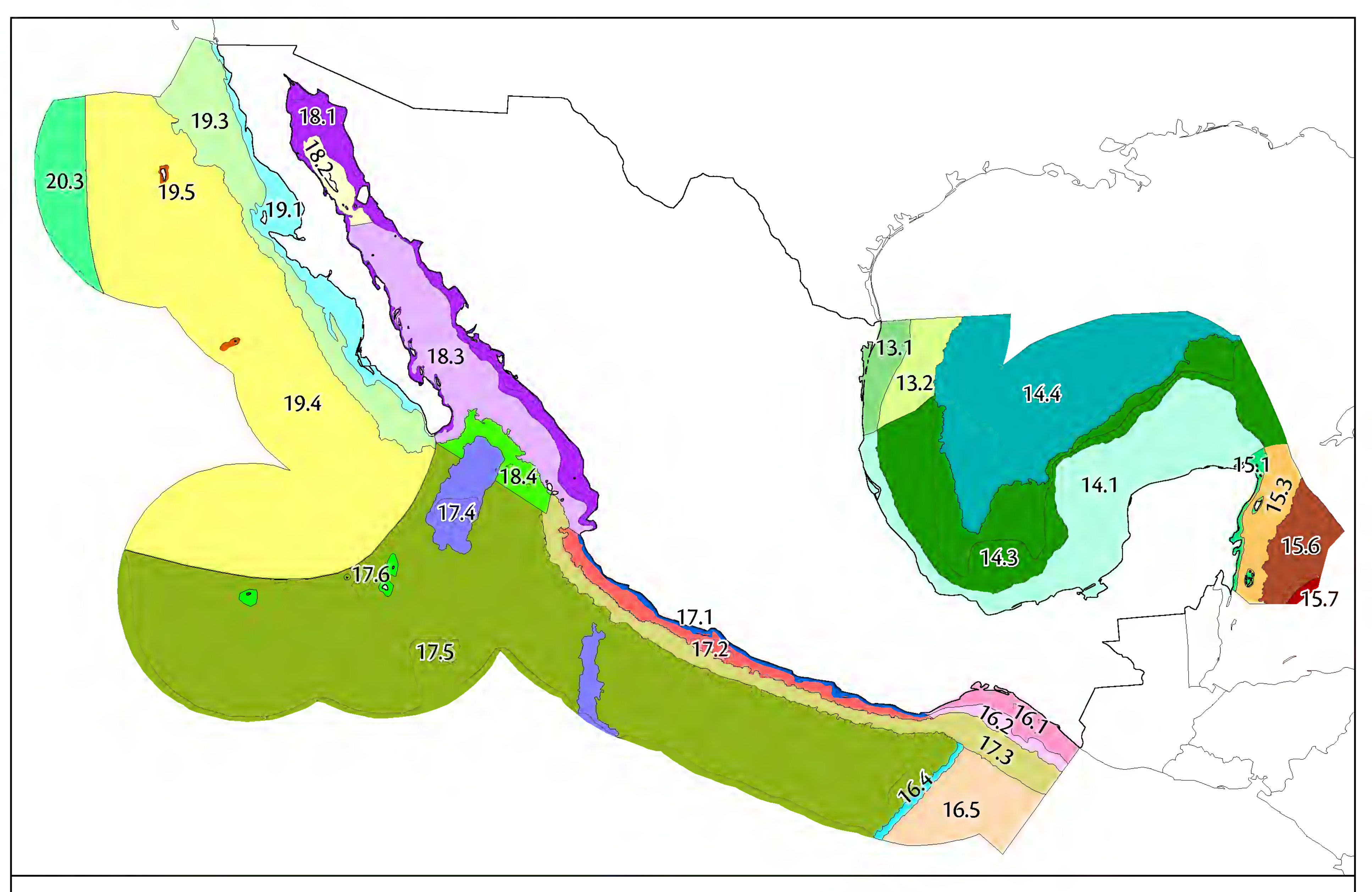
La ubicación geográfica de México entre las influencias oceánicas del Atlántico centro-occidental y del Pacífico centro-oriental explica en gran medida su enorme diversidad de especies y ecosistemas marinos. En términos de litorales y extensión marina, México es el duodécimo país mejor dotado en el ámbito mundial lo que, al igual que en otros países, representa una serie de oportunidades, pero también de retos para elaborar estrategias y políticas públicas para el uso sustentable de sus recursos marinos.

En el ámbito marino existe también una gran diversidad de ecosistemas, como taludes continentales, planicies abisales, islas oceánicas, fosas y cadenas montañosas submarinas. Para caracterizar el fondo marino en cuanto a su profundidad y topografía, los mares mexicanos quedan comprendidos en 28 ecorregiones (Fig. 6).

La investigación oceanográfica de los ecosistemas marinos de manera integrada es muy reciente. Las inversiones para dotar al país de la infraestructura que se requiere para conocer mejor nuestros recursos marinos (instituciones, equipamiento, barcos de investigación) y la formación de recursos humanos han progresado muy lentamente. A esto se une la pobre vinculación entre los sectores académico,

Figura 6

Ecorregiones marinas de México de nivel II (capítulo 5, vol. I).



13.1 Plataforma del Golfo de México norte
13.2 Talud del Golfo de México norte
14.1 Plataforma del Golfo de México sur
14.3 Talud del Golfo de México sur
14.4 Planicie del Golfo de México
15.1 Plataforma del Caribe mesoamericano
15.3 Talud del Caribe mesoamericano
15.6 Cuenca de Yucatán
15.7 Cadena montañosa Caimán
16.1 Plataforma del Golfo de Tehuantepec
16.2 Talud del Golfo de Tehuantepec
16.4 Cresta de Tehuantepec
16.5 Cuenca de Guatemala
17.1 Plataforma del Pacífico transicional mexicano
17.2 Talud del Pacífico transicional mexicano
17.3 Trinchera mesoamericana
17.4 Dorsal del Pacífico oriental
17.5 Planicies y montañas marinas del Pacífico transicional mexicano
17.6 Archipiélago oceánico Revillagigedo
18.1 Plataforma cortesiana
18.2 Grandes islas
18.3 Talud y depresiones del Golfo de California
18.4 Planicies y montañas marinas del Golfo de California
19.1 Plataforma sandieguina
19.3 Margen continental de Baja California
19.4 Planicies y montañas marinas del Pacífico sudcaliforniano
19.5 Islas oceánicas del Pacífico sudcaliforniano
20.3 Planicies y montañas marinas del Pacífico transicional de Monterey

privado y gubernamental que ha resultado en la dificultad de organizar una agenda de conocimiento y manejo de los recursos marinos y costeros de México.

A excepción de las especies de fauna y flora de interés económico, tenemos un desconocimiento serio de la biodiversidad marina de todos los grupos, tanto de aguas profundas como someras. Desconocemos también las consecuencias ambientales y socioeconómicas de las modificaciones en los servicios que nos pro-

porcionan los ecosistemas marinos. Requerimos un plan de investigación oceánica de largo plazo, que maximice las oportunidades para explorar, recolectar, administrar y analizar los datos oceánicos de manera que se pueda proporcionar a quienes toman decisiones (pescadores individuales, industria pesquera y gobiernos) la información científica sólida para hacer un uso sustentable y una conservación adecuada de nuestros mares.

Los mares y la zona costera de México son uno de los pilares del desarrollo nacional. Desafortunadamente, el deterioro ambiental, con la consecuente pérdida de hábitats naturales de biodiversidad marina y de muchos recursos socioeconómicos, sigue incrementándose cada día. Actualmente México es uno de los países con los ecosistemas marinos más frágiles y vulnerables ante los impactos de los fenómenos naturales y de origen antropogénico, entre ellos el cambio climático.

13 *Los ecosistemas costeros, insulares y las aguas continentales, en apariencia modestos en su extensión, son cruciales para el mantenimiento de una biota de enorme importancia biológica y económica. Buena parte de la actividad económica humana de grupos marginados que viven en las costas depende del estado de estos ecosistemas.*

Los ecosistemas costeros son un complejo de lagunas, estuarios y otras formaciones; reflejan las relaciones dinámicas entre las zonas continentales y las marinas y tienen una gran importancia tanto económica y social como de protección de nuestros litorales. Dado que el país cuenta con líneas costeras expuestas a diferentes sistemas oceánicos, la variabilidad de esos ecosistemas es notable. En las zonas costeras ocurren procesos cruciales para el mantenimiento de las poblaciones de la mayor parte de los peces de interés económico para la pesca ribereña (practicada por pescadores individuales, en buena parte para su subsistencia) y de la pesca industrializada; las zonas de manglares son especialmente críticas en este proceso (Fig. 7).

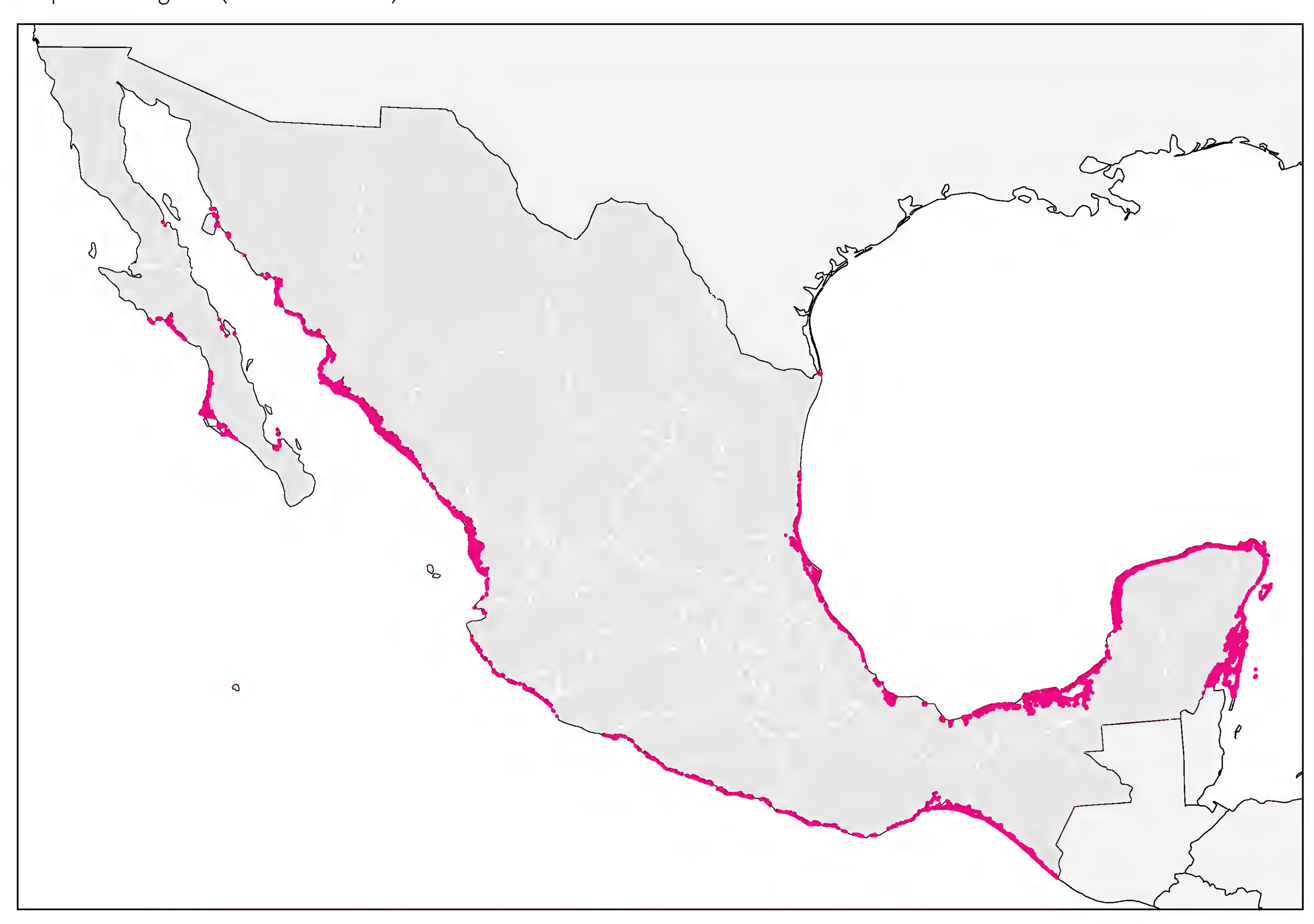
La problemática de las zonas costeras, con todos sus componentes, ha sido abordada por la gestión pública de manera desarticulada y con visiones sectoriales aisladas que han dado lugar a planes y programas dispersos y con frecuencia contradictorios. Por otro lado, la información científica existente se ha producido de manera estanca, motivada por la demanda parcial y dispersa por parte de diversas instancias gubernamentales.

Las zonas costeras son de importancia estratégica, tanto desde el punto de vista del desarrollo económico como de la seguridad nacional, al albergar una gran diversidad de actividades que suelen presentar conflictos por el uso y apropiamiento de los recursos como el suelo, el agua y el paisaje.

Entre los problemas principales que atañen a las zonas costeras de México se encuentran, por un lado, la pérdida del hábitat en zonas intermareales, dunas o acantilados, debida a la deforestación, al cambio de uso de suelo para desarrollos urbanos, portuarios y turísticos, la minería o la extracción de materiales utilizados como relleno en la construcción; por otro, la desaparición o disminución de hu-

Figura 7

Mapa de manglares (Conabio 2008a).



medales a causa de cambios en el uso de suelo o por azolvamiento o sedimentación, producto de la alteración de los cauces cuenca arriba.

Se requiere instrumentar un plan integrado de estudio, conocimiento y manejo con criterios ambientales de estas zonas que conduzca al uso sustentable y beneficie a las poblaciones que viven en ellas y a la protección de los sistemas costeros. Ese plan debe incluir una participación multidisciplinaria (entre las ciencias naturales y las sociales) y debe estar basado en acciones de planeación transversal de los diferentes órdenes de gobierno. Además de la congruencia en la información que tal plan integrado generaría, un manejo de esta naturaleza representa una acción de seguridad nacional, que ayudaría a proteger nuestro territorio y a las poblaciones que viven en esas zonas de la vulnerabilidad ante los efectos de eventos climáticos extremos que se presentarán con creciente frecuencia y severidad, como efecto del cambio climático global que ya estamos experimentando.

La falta de instancias de administración de los recursos costeros y la irregular información que hay sobre ellos ocasiona una permanente pérdida de oportunidades para el desarrollo socioeconómico de esas zonas y de las que dependen del buen

estado de funcionamiento de las mismas, como son gran parte de las pesquerías. El desarrollo turístico sin planes de largo aliento, basados en las características ambientales propias de estos sistemas, que aseguren su sustentabilidad y el beneficio social a los habitantes de estas áreas, representan en la actualidad una de las amenazas más serias a estas regiones.

Los arrecifes coralinos son formaciones particularmente biodiversas que se desarrollan en la cercanía de las regiones costeras. Representan el ecosistema marino de mayor riqueza biológica y tienen gran influencia en la reproducción y protección de una fauna marina de peces muy importante. Aunque diferentes formaciones coralíferas se encuentran tanto en el litoral del Pacífico como del Atlántico, la formación más importante es el Sistema Arrecifal Mesoamericano en el Mar Caribe, la segunda barrera arrecifal más grande del mundo, compartida con Belice y Guatemala.

Nuestro país cuenta con más de 3 000 unidades geomorfológicas entre cayos, islas, arrecifes, islotes, bajos y bancos (INEGI 1994), en los cuatro mares mexicanos. En el Pacífico, la mayor parte de las islas se encuentra en la región noroeste que comprende el Golfo de California y la costa oeste de la Península; en esta región existen cerca de 900 islas e islotes. De una gran variabilidad en extensión, topografía y contenido de biodiversidad, no obstante su modesto tamaño, son muy importantes por la presencia en ellas de especies endémicas, en especial aves, de las cuales hemos perdido en forma definitiva un número importante (véase el capítulo 10 del volumen I) por la influencia, durante los últimos 60 años, de las especies invasoras introducidas por pescadores y visitantes. También son importantes en las islas e islotes los grupos de especies endémicas como las cactáceas y los reptiles. Las islas son los ecosistemas que registran el mayor número de extinciones de especies, la mayoría endémicas. Por ejemplo, las islas de la región noroeste son áreas esenciales para la reproducción de más de 30 especies de aves marinas del Pacífico oriental, dos especies de tortugas marinas y cuatro de focas. Además son el hábitat de al menos 218 especies y subespecies endémicas de plantas y animales, entre los que se destacan 81 reptiles, 45 aves terrestres y 92 mamíferos. Actualmente muchas de estas especies se encuentran amenazadas o en peligro de extinción.

Los sistemas acuáticos epicontinentales (lagunas y ríos) aunque de relativamente poco significado en términos de extensión, son muy importantes porque contienen importantes faunas endémicas, especialmente de peces, pero además son de gran relevancia en el ciclo hidrológico de las diferentes regiones del país. Estos son sistemas que han recibido un severo impacto por las actividades humanas, desde la desecación de los cuerpos de agua por la apropiación humana del líquido para fines urbanos y agropecuarios y la seria disminución de sus volúmenes por la perturbación de los ecosistemas en las zonas de captación de agua pluvial hasta la sobreexplotación, contaminación química e introducción de especies exóticas que han extinguido a muchas especies nativas y endémicas (véanse los capítulos 10 del volumen I y 6 del volumen II).

14 A juzgar por las especies de las cuales se cuenta con información, la diversidad genética de la biota mexicana es enorme. La importancia industrial de este hecho es verdaderamente estratégica para México.

La diversidad genética de las especies es determinante de su capacidad de adaptación a las variaciones del ambiente en que se encuentran, incluidos los efectos de la perturbación humana. Es, además, la base de sus procesos evolutivos. Los estudios de genética de poblaciones pueden revelar aspectos importantes acerca de las especies: la historia evolutiva de un grupo de ellas, los mecanismos o factores que pueden haber influido en la pérdida de diversidad genética e información acerca de sus relaciones geográficas y la conectividad entre poblaciones, aspectos de gran utilidad para los programas de conservación. El conocimiento acerca de la estructura y diversidad genética tiene aplicaciones importantes no solo en la conservación de las especies y ecosistemas y en las tareas de restauración, sino también en salud pública, sustentabilidad y productividad agrícola, pecuaria, pesquera y forestal, la domesticación de organismos y la biomedicina (cuadro 2).

A pesar de lo ingente de la tarea por realizar en el estudio de miles de especies de importancia ecológica, económica y biológica del país, el nivel del conocimiento actual de la variación genética en México se ha incrementado notablemente, en especial en los tres últimos lustros, pero es aún muy limitado en relación con la riqueza de especies. Este estudio encontró que había disponible investigación sobre la variación genética de solamente 45 especies que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 de un total de 2 583 (véase el capítulo 15 del volumen I). Hasta ahora la mayoría de los estudios acerca de la diversidad genética de las especies mexicanas se ha enfocado en un puñado de organismos de interés económico, fundamentalmente plantas. *Capital natural de México* presenta por primera vez una aproximación al conocimiento de la diversidad genética de nuestras especies. El simple aumento del número de individuos no es garantía de la salud

Cuadro 2 Especies mexicanas con estudios sobre diversidad genética citados en esta obra (capítulo 15, vol. I)

		Especies estudiadas	Especies descritas
Microorganismos		11	?
Hongos		2	6 000
Plantas		97	23 522
Animales	Platelmintos	1	550
	Insectos	27	47 853
	Crustáceos	3	5 387
	Peces	16	2 692
	Reptiles	27	804
	Aves	5	1 096
	Mamíferos	36	535

de las poblaciones si la diversidad genética de esas poblaciones no aumenta de la misma manera.

Las estrategias de conservación de la diversidad genética de las especies domesticadas pueden no ser las mismas que se aplican para las especies silvestres; deben basarse en el manejo de las especies cultivadas, en la conservación de los procesos de domesticación utilizados por los grupos nativos y en una política de conservación *ex situ*.

Un número importante de los estudios analizados apuntan al hecho de que la mayor variabilidad genética se encuentra en los centros de origen de las especies, como es el caso del maíz, el algodón y microorganismos fijadores de nitrógeno como *Rhizobium*.

La información disponible refuerza la idea de que la variabilidad ecológica del territorio mexicano se refleja en la heterogeneidad genética de las especies. Lo anterior implica que en las políticas de conservación y restauración debe procurarse obtener una representatividad poblacional-espacial por especie y que debemos vincular la información genética con el análisis de las regiones que han sido definidas como prioritarias para la conservación.

La fragmentación de los ecosistemas tiene efectos lesivos en la estructura y la variabilidad genética de las poblaciones, pero se requieren más estudios para evaluar de mejor manera las consecuencias de la pérdida de hábitat, en particular en especies con poblaciones reducidas.

Incluso en el ámbito de la salud se hacen aportaciones en el estudio. En el caso de *Tripanosoma cruzi* (causante de la enfermedad de Chagas) y otras especies patógenas se encuentra una enorme heterogeneidad genética; por ello deben adoptarse políticas de salud pública basadas en estrategias diversificadas y dirigidas a tratar los diferentes linajes genéticos de forma simultánea. Estos resultados son también de interés en el tratamiento de plagas agroforestales.

Una base de datos en línea, mantenida por una red de investigadores especialistas en el área, tendría un efecto importante en la verificación y compartimiento de información genética sobre las especies mexicanas y ayudaría a estimular la formación de nuevos investigadores en el área.

15 *La diversidad de los recursos genéticos contenida en las plantas cultivadas de nuestro país es un patrimonio nacional, pero también mundial. Tiene, además de su valor biológico y cultural intrínseco, un valor económico potencial muy importante que debemos aprovechar de mejor manera.*

Como se ha mencionado antes, México es un importante centro de domesticación y de diversificación de numerosos cultivos, algunos de ellos de gran importancia global. Las especies cultivadas en México poseen numerosos parientes silvestres que amplían, real o potencialmente, la gran diversidad genética de los cultivares de muchas especies que se consumen en todo el mundo, y representan por ello un recurso de gran importancia para la seguridad alimentaria.

Los resultados de análisis de nivel molecular reflejan una diversidad genética

en nuestros cultivares mucho mayor que aquella que surge de los análisis tradicionales agromorfológicos, pues reflejan gradientes de variación, más que grupos discretos.

La diversidad genética no es solo el resultado de los factores ambientales y biológicos, sino que resulta también, y de manera importante, de los procesos de domesticación y diversificación por manejo humano. Sin embargo, no contamos con esfuerzos sistemáticos para dar seguimiento a los cambios que han ocurrido en el pasado —y continúan en el presente— en la diversidad a cargo de los pequeños agricultores del país, en su mayor parte indígenas y campesinos, en el contexto de sus campos, solares, huertas y plantaciones. En contraposición a estas fuentes de diversificación, hay un consenso en cuanto a que la diversidad genética de estos recursos ha disminuido y la tendencia sugiere que seguirá disminuyendo. Algunas razones son los cambios demográficos y culturales en las poblaciones rurales y urbanas y el tipo de políticas de apoyo al sector rural.

La conservación *ex situ* de la diversidad genética de las plantas cultivadas presenta problemas de financiamiento y demanda un compromiso institucional sólido, a pesar de la existencia de programas gubernamentales que la apoyan. Por otra parte, la conservación *in situ* de los parientes silvestres de los cultivares es relativamente incipiente y es evidente que dichos parientes silvestres se encuentran seriamente amenazados por la deforestación y los cambios de uso del suelo. La conservación en las fincas o campos agrícolas continúa de hecho en los sistemas agrícolas campesinos, pero no cuenta con algún apoyo formal, sino que, por el contrario, confronta muchos factores adversos, incluyendo la creciente tendencia al reemplazo por variedades sintéticas y la simplificación ecológica de los campos de cultivo.

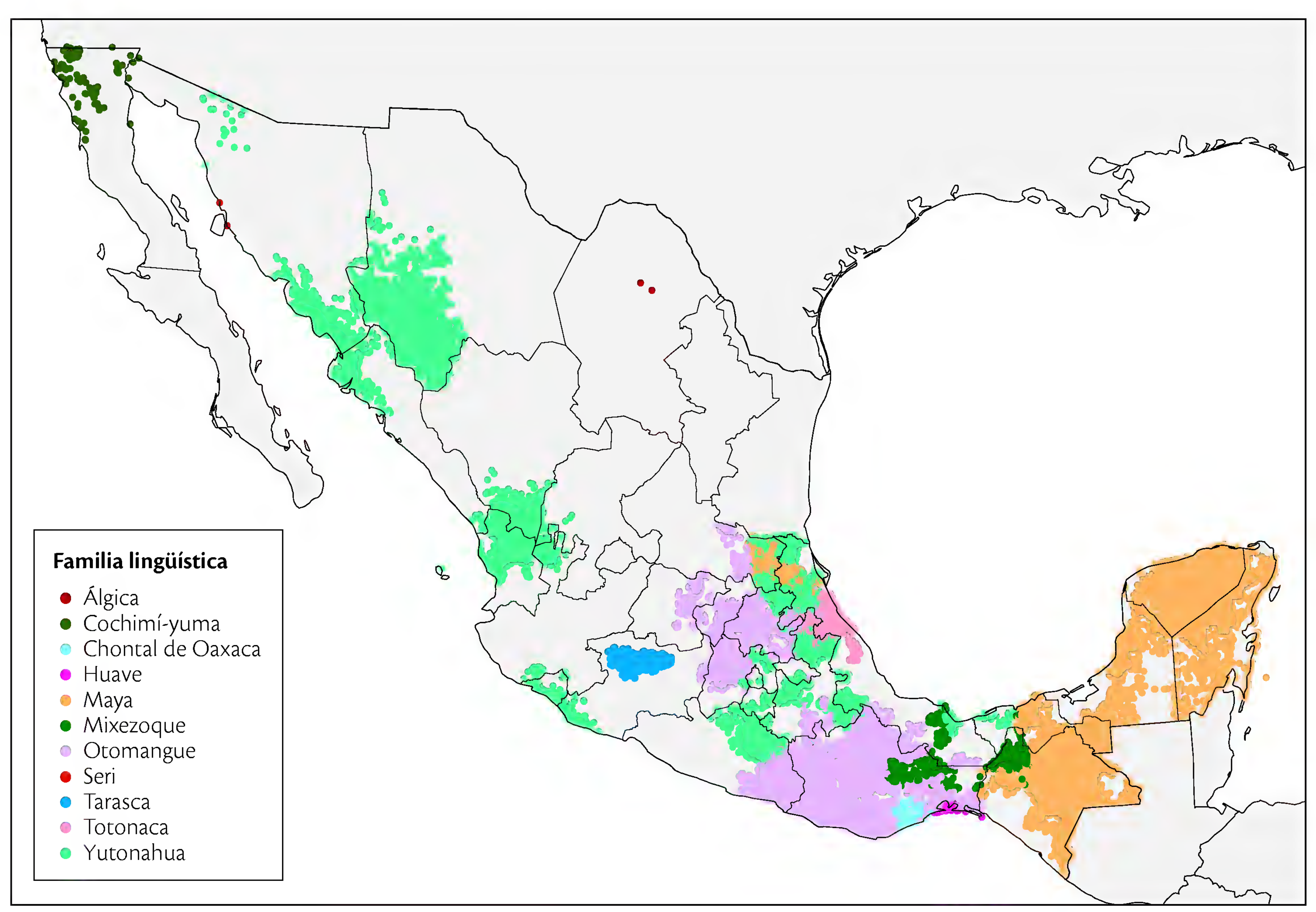
Este diagnóstico deja en claro que el futuro de esta diversidad está ligado al futuro de la población rural y al valor cultural y de identidad que continúe teniendo. Se requiere una política nacional explícita, con financiamiento concreto, que defina claramente una serie de acciones interrelacionadas de conservación *in situ* y *ex situ* para la diversidad de las especies cultivadas nativas y sus parientes silvestres.

16 *La diversidad biológica de México está acompañada de una gran diversidad cultural. Existen relaciones muy cercanas e importantes entre ambas. Resultado de ello es que México es uno de los más importantes centros de origen de la agricultura y de especies vegetales domesticadas fundamentales para la economía y la vida humana.*

Al igual que cualquier región con antiguas culturas indígenas, en México el conocimiento de los diferentes componentes de la diversidad biológica se ha desarrollado a lo largo de milenios. Existen fuentes documentales que nos permiten asomarnos a lo que fue el rico acervo de conocimiento de los antepasados aborígenes, pero también, hoy día, sobrevive una amplia y dinámica corriente de conocimientos que se mantiene y desarrolla en las comunidades campesinas y rurales del país. Este cúmulo de conocimiento ha sido a veces ignorado, otras excluido, y solo en ocasiones se ha aceptado y reconocido por esa otra gran vertiente de conocimien-

Figura 8

Familias lingüísticas de México (capítulo 16, vol. I).



to que es la ciencia occidental, la cual ha sido determinante para el estudio de la singular riqueza biológica de México.

El rico mosaico cultural que posee México se hace patente por el hecho de que en el país se hablan numerosas lenguas indígenas que, dependiendo de los criterios de clasificación, van de 59 a 291 en 68 agrupaciones dentro de las 11 familias lingüísticas indígenas representadas (Fig. 8). Si consideramos 291 lenguas, poseemos 30.2 y 4.2%, del total continental y mundial, respectivamente. Sin embargo, se han reconocido 364 variantes lingüísticas que deben ser consideradas propiamente como lenguas (véase el capítulo 16 del volumen I). Lo anterior coloca a México entre los 10 países con mayor diversidad lingüística —y consecuentemente cultural— del mundo.

Las culturas que existen y han existido en nuestro territorio han desarrollado una estrecha relación con la diversidad biológica de su entorno, tanto en su cosmovisión como en la manera en que han aprovechado los recursos naturales disponibles. Se ha estimado que hay por lo menos 118 especies de plantas económicamente importantes que fueron total o parcialmente domesticadas por los agricultores prehispánicos, lo que convierte a México en su parte mesoamericana en uno de los

principales centros mundiales de domesticación de plantas (cuadro 3). Más de 15% de las especies que se consumen como alimento en el mundo tienen su origen en México.

Con el intercambio de especies a partir del siglo XVI se generó un flujo de materiales que enriqueció a otros continentes, pero también al nuestro con especies que se acriollaron y se diversificaron en nuestro territorio, gracias fundamental-

Cuadro 3 Algunas plantas con origen o domesticadas en territorio mexicano (capítulo 18, vol. I)

Uso principal	Nombre común	Especie	Origen
Abono verde	Guaje	*Leucaena esculenta, L. leucocephala*	Mesoamérica
Alimento	Aguacate	*Persea americana*	Mesoamérica
	Cacao	*Theobroma cacao*	Mesoamérica
	Calabazas	*Cucurbita pepo, C. moschata*	Mesoamérica, América tropical, Norteamérica
	Chicozapote	*Manilkara zapota*	Mesoamérica
	Frijol	*Phaseolus vulgaris*	Mesoamérica
	Guayaba	*Psidium guajava*	Mesoamérica, norte de Sudamérica
	Jícama	*Pachyrrhizus erosus*	Mesoamérica
	Jitomate, tomate, tomate rojo	*Lycopersicon esculentum*	Mesoamérica, norte de Sudamérica
	Maíz	*Zea mays*	Mesoamérica
	Tejocote	*Crataegus mexicana, C. pubescens*	Mesoamérica
	Tomate verde, tomate de cáscara	*Physalis ixocarpa*	Mesoamérica
	Tuna y nopales	*Opuntia albicarpa, O. ficus-indica, O. megacantha*	Mesoamérica
Bebida	Maguey cenizo, maguey del cerro	*Agave asperrima*	Mesoamérica
	Maguey mezcalero, maguey espadín	*Agave angustifolia*	Mesoamérica, norte de México
	Maguey mezcalero, maguey tobalá	*Agave potatorum*	Mesoamérica
	Maguey pulquero, ixtle	*Agave salmiana*	Mesoamérica, norte de México
	Maguey tequilero, maguey azul, agave azul	*Agave tequilana*	Mesoamérica
Condimento	Achiote	*Bixa orellana*	Mesoamérica
	Chile, chile ancho, serrano, jalapeño y otros	*Capsicum annuum*	Mesoamérica
	Vainilla	*Vanilla planifolia*	Mesoamérica
Estimulante	Tabaco, yetl	*Nicotiana rustica*	Mesoamérica
Fibra	Algodón	*Gossypium hirsutum*	Mesoamérica
	Henequén	*Agave fourcroydes*	Mesoamérica
Goma (chicle)	Chicle, chicozapote	*Manilkara zapota*	Mesoamérica
Ceras	Candelilla	*Euphorbia antisyphilitica*	Norte de México, sur de EUA
Ornamental	Cempasúchil, flor de muertos	*Tagetes erecta*	Mesoamérica, Norteamérica, Sudamérica
	Nochebuena	*Euphorbia pulcherrima*	Mesoamérica
Pigmento	Añil	*Indigofera suffruticosa*	América tropical

Fuentes: Dressler (1953); Martínez (1979); Hernández Xolocotzi (1985); Germplasm Resources Information Network (2006); Perales y Aguirre (2008).

mente a la capacidad innovadora de los grupos indígenas. Varias especies asociadas a los antiguos pobladores no solo permanecen en uso hasta nuestros días, sino que constituyen más de la mitad de la dieta alimenticia en el país; en cambio, otras cayeron en desuso, pero representan un potencial por desarrollar.

Muchas otras especies nativas no domesticadas que tienen uso medicinal, ornamental o forestal constituyen un potencial económico para el futuro. En contraste con la amplia diversidad de plantas domesticadas, solamente dos especies animales fueron sometidas a algún grado de domesticación: el guajolote, de origen americano, y el perro, introducido desde Asia por los primeros pobladores de América. La mayoría de los animales nativos son consumidos por medio de la caza. Algunas especies tienen cierto grado de manejo que se acerca a la domesticación, como las abejas meliponas y la cochinilla de la grana; más recientemente, por el interés económico que representan, otras especies, como las de insectos comestibles, están sujetas a un manejo por el hombre que se acerca a la domesticación.

Es de importancia vital atender la biodiversidad que está sujeta a manejo humano para permitir que el país mantenga una oferta estratégica y específica de nichos de mercado únicos, además de competitivos. Para ello es indispensable atender a los cuidadores de esa biodiversidad (la población indígena y rural) si queremos asegurar su conservación a largo plazo.

17 *Una parte importante del capital natural de México es propiedad de comunidades indígenas y rurales, con la consecuente implicación en la provisión de los servicios ambientales generados por los ecosistemas de esos territorios, no solo a las poblaciones de esas áreas, sino a la sociedad en general.*

Las comunidades indígenas y campesinas con prácticas de manejo de su capital natural originadas en Mesoamérica y en Aridoamérica intervienen tanto en las Áreas Naturales Protegidas (ANP) como fuera de ellas, transformando los espacios naturales en paisajes manejados. Esto las hace ser lo que se ha llamado "gente de los ecosistemas". Tenemos evidencias de que esta protección —que incluye manejo— indígena y campesina de los recursos naturales, incluso bajo nuevos esquemas de ordenamiento y uso, puede ser relativamente eficiente en varias partes del país. Lo anterior subraya el concepto de que los pueblos indígenas pueden —y deben, hasta donde sea posible— ser actores en una estrategia de conservación que incluye pero trasciende las ANP.

Cerca de 50% de las cabeceras más importantes de las cuencas hidrográficas del país están ocupadas por pueblos indígenas, lo que significa casi una cuarta parte (23.3%) de la captación total de agua pluvial del país (cuadro 4). La mitad de las regiones en donde ocurre mayor precipitación pluvial a escala nacional corresponde a territorios de pueblos indígenas.

Los territorios de las comunidades indígenas en conjunto representan 14.3% de la superficie del país (Fig. 9) y en ellos están representados la casi totalidad de los tipos de vegetación existentes en México. La mayor parte de las selvas húmedas y

bosques mesófilos, así como los bosques templados húmedos, que en conjunto incluyen una muy alta biodiversidad, están bajo la custodia de comunidades indígenas (Fig. 10). Un tercio de las ANP federales del país y 26.2% de su superficie incluyen territorios indígenas, y casi 19% de la población de esas ANP es indígena. Es claro entonces que la conservación de una porción significativa de la biodiversidad y los ecosistemas del país así como de los servicios que los mismos proporcionan depende de la conservación de los territorios indígenas. Por todo ello se sugiere como aspecto importante en el desarrollo de los planes de manejo de esas áreas que se incluya la opinión y la participación activa de los grupos indígenas.

Cuadro 4 Captación de agua en cuencas que comprenden territorios de los pueblos indígenas (se incluyen únicamente las que tienen una captura de agua mayor de 15 000 Mm^3 en la totalidad de la cuenca) (capítulo 15, vol. II)

Región hidrológica	Cuenca	Pueblos indígenas*	Captura de agua en la totalidad de la cuenca (Mm^3)	Captura de agua en la cuenca por territorios indígenas (Mm^3)	Porcentaje de captura de agua en la cuenca por territorios indígenas
Yucatán Oeste	Río Champotón y otros	5, 6, 13, 14, 15, 16, 17, 34, 41, 42	16 900.53	5 693.12	34
Yucatán Norte	Yucatán	17	45 146.30	39 662.74	88
	Quintana Roo	14, 17	18 604.81	14 438.05	78
Yucatán Este	Cuencas Cerradas-B	5, 17, 31, 39, 41, 42	26 487.60	18 916.63	71
	Bahía de Chetumal y otras	5, 13, 15, 17, 25, 34, 42	20 037.81	5 401.67	27
Sinaloa	Río Fuerte	19, 35, 37	27 598.63	16 311.07	59
Presidio-San Pedro	Río San Pedro	9, 12, 26, 37	27 123.95	9 295.92	34
Papaloapan	Río Papaloapan	3, 4, 10, 20, 23, 24, 27, 30, 32, 33, 43	87 092.44	50 392.13	58
Pánuco	Río Moctezuma	11, 21, 22, 24, 25, 28, 29, 31, 36, 39	40 455.37	12 161.09	30
Grijalva-Usumacinta	Río Lacantún	5, 7, 8, 14, 16, 18, 38, 41, 42, 44	34 936.77	26 997.34	77
	Río Grijalva-Villahermosa	5, 6, 41, 42, 44	55 969.91	23 676.07	42
	Río Grijalva-Tuxtla Gutiérrez	38, 41, 42, 43, 44	22 075.46	6 797.86	31
	Río Chixoy	5, 6, 18, 41, 44	33 891.86	11 147.27	33
Costa Chica-Río Verde	Río Atoyac-B	1, 2, 4, 23, 24, 40, 43	21 109.98	12 040.22	57
Coatzacoalcos	Río Coatzacoalcos	3, 20, 23, 24, 27, 32, 33, 39, 41, 42, 43, 44	54 769.35	26 999.74	49
Balsas	Río Atoyac-A	28, 29	25 576.28	5 298.21	21
Total			**557 777.05**	**285 229.13**	**51**

* 1 amuzgo; 2 chatino; 3 chinanteco; 4 chocho; 5 chol; 6 chontal de Tabasco; 7 chuj; 8 chuj-kanjobal; 9 cora; 10 cuicateco; 11 huasteco; 12 huichol; 13 ixil; 14 kanjobal; 15 kekchi; 16 mame; 17 maya; 18 maya lacandón; 19 mayo; 20 mazateco; 21 matlatzinca; 22 mazahua; 23 mixe; 24 mixteco; 25 nahua; 26 nahua de Durango; 27 nahua del sur de Veracruz; 28 nahua de Guerrero, Altiplano del Estado de México y Oaxaca; 29 nahua de San Luis Potosí, Sierra Norte de Puebla y norte de Veracruz; 30 nahua de Zongolica-Pico de Orizaba; 31 otomí; 32 popoloca; 33 popoluca;, 34 quiché; 35 tarahumara; 36 tepehua; 37 tepehuán; 38 tojolabal; 39 totonaca; 40 triqui; 41 tzeltal; 42 tzotzil; 43 zapoteco; 44 zoque.

Figura 9

Territorios actuales de los pueblos indígenas de México (cap. 15, vol. II).

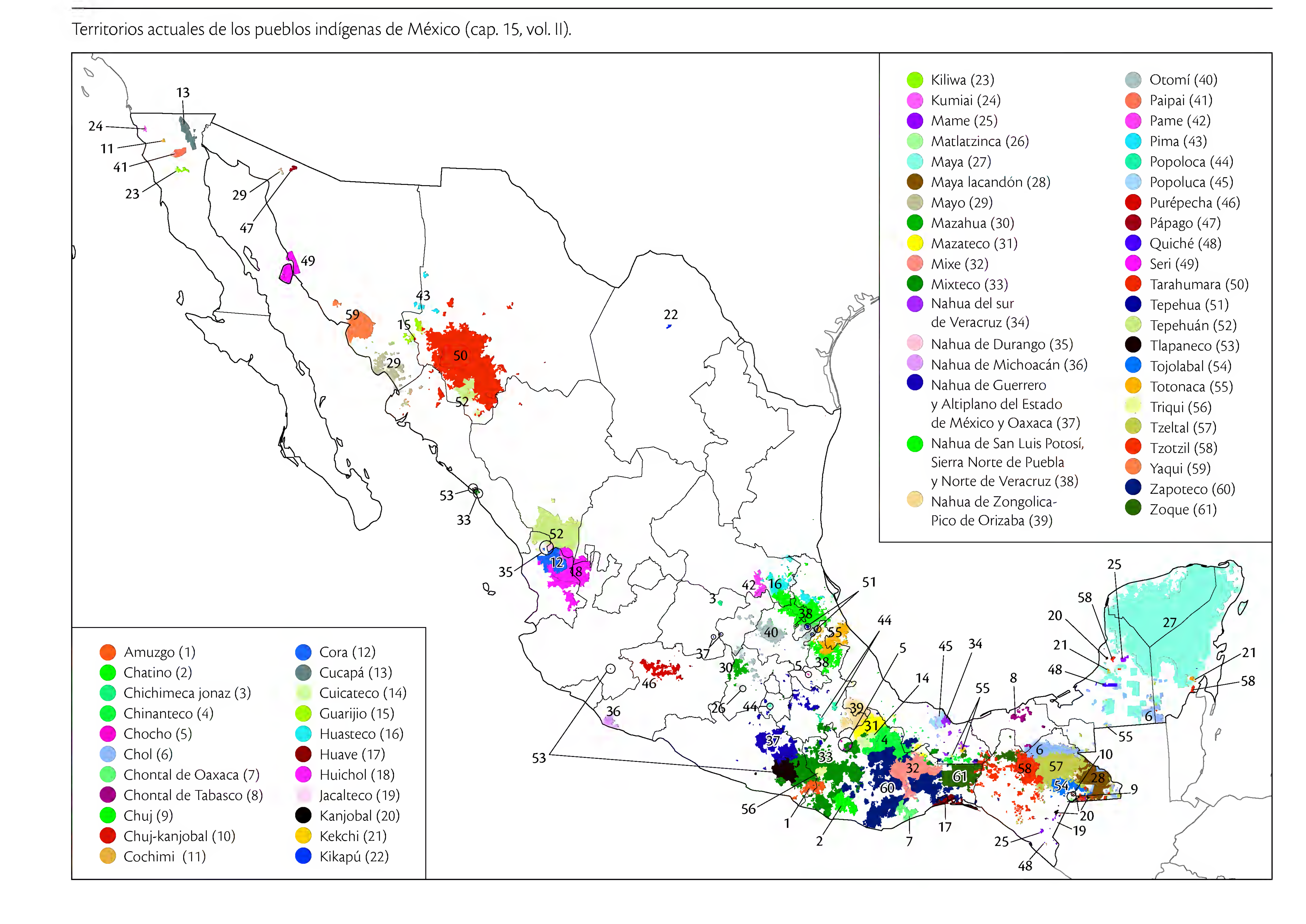
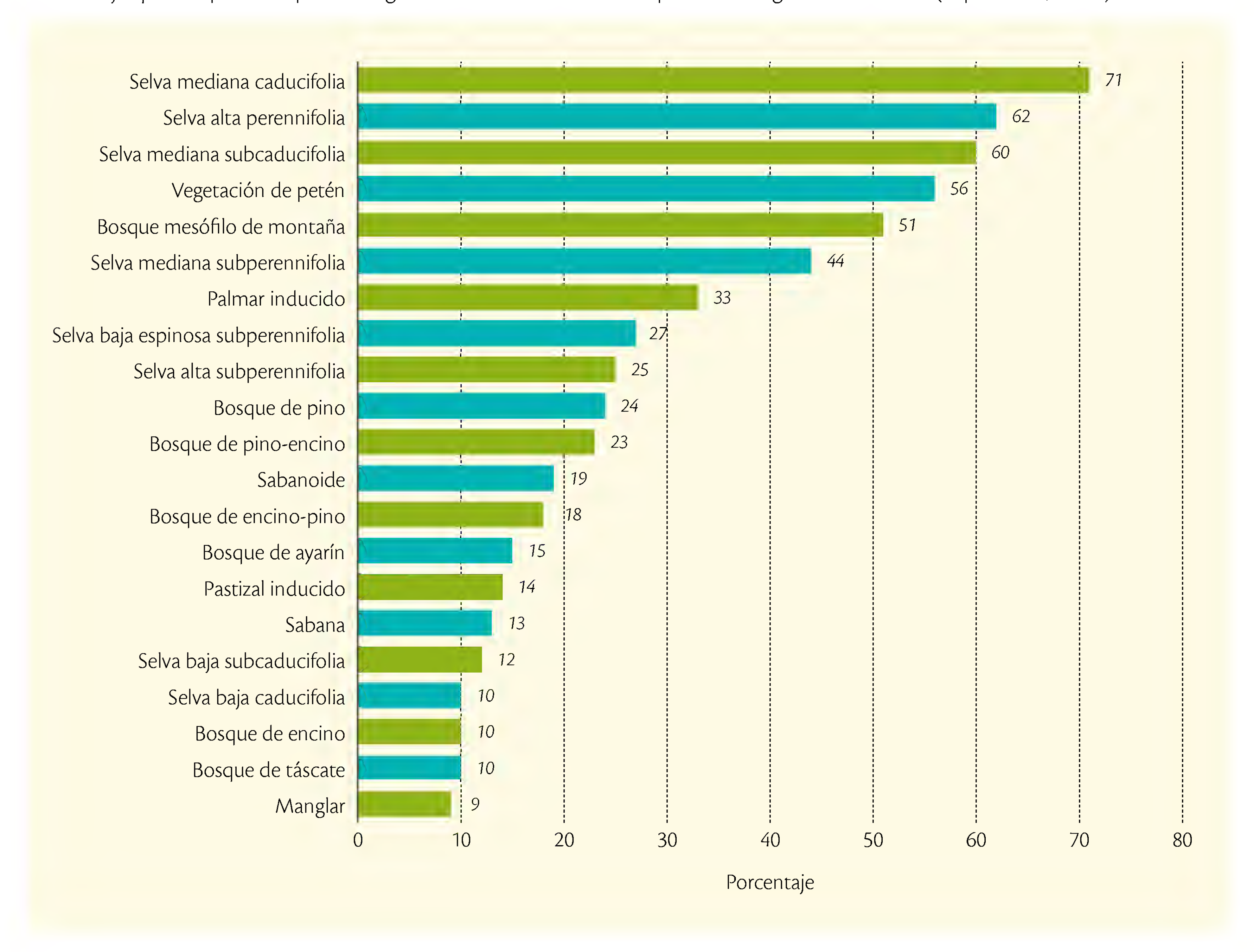


Figura 10

Porcentaje que ocupan los tipos de vegetación en territorios de los pueblos indígenas de México (capítulo 15, vol. II).



18 *La investigación científica sobre el aprovechamiento de la biodiversidad de México confronta limitaciones y obstáculos jurídicos y de apoyo que dificultan su progreso futuro.*

La exploración científica y con fines comerciales de la diversidad biológica de México requiere un marco legal moderno, eficiente, que permita avanzar en el conocimiento y utilización de nuestros importantes recursos bióticos, protegiendo al mismo tiempo el interés público y los derechos de las comunidades y los poseedores de predios rurales.

La capacidad de nuestro país para ampliar el conocimiento sobre las especies que habitan en nuestro territorio depende centralmente del número de instituciones que mantienen las colecciones científicas de México, de su fortaleza operativa y los recursos con que cuenten para continuar las exploraciones en las zonas y de

los grupos críticos de organismos y, desde luego, del capital humano preparado en el estudio de los grupos de animales, plantas y microorganismos.

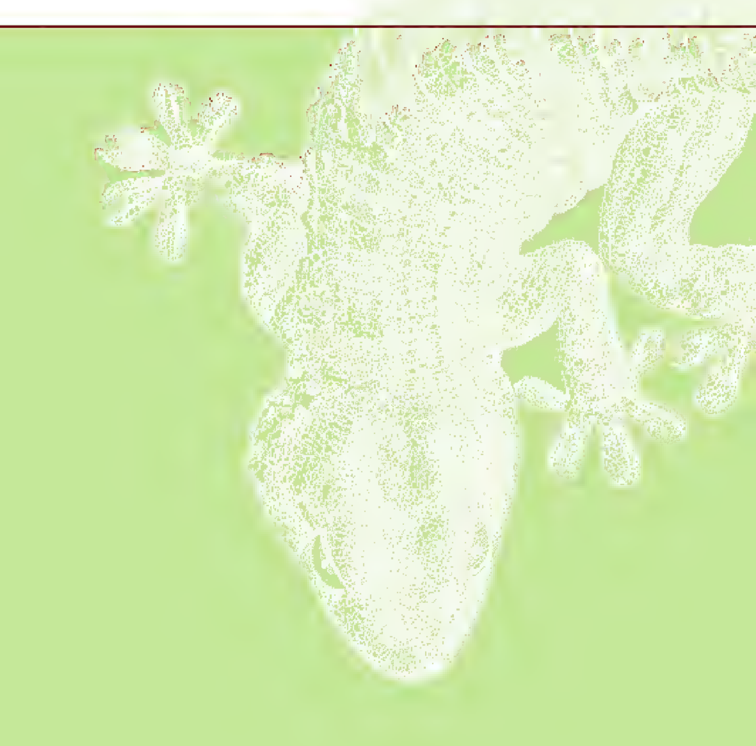
Es de importancia estratégica mantener actualizado e incrementar el inventario de las especies de México, especialmente en los grupos de gran importancia económica y ecológica; es igualmente necesario apoyar a las instituciones y a los investigadores que producen los métodos y los conocimientos modernos que se requieren para realizar dichos inventarios.

En este sentido resulta también muy importante mejorar la reglamentación vigente para realizar las recolectas científicas en nuestro país. Existen aún grandes lagunas de regulación y definición. Continúa en el presente —en las áreas donde existe normatividad— un amplio grado de superposición, no siempre coherente, entre las legislaciones forestal, pesquera, de vida silvestre y agrícola. Áreas como la prospección biotecnológica no tienen regulación jurídica apropiada, lo cual impide a las instituciones públicas mexicanas realizar investigaciones orientadas a la resolución de problemas de importancia nacional y al avance de la ciencia básica. Por otro lado no existe adecuada certidumbre jurídica de los derechos que tienen las comunidades indígenas y campesinas y los propietarios privados. Así, la gran ventaja comparativa de la riqueza biológica de México se mantiene al margen de importantes avances en las ciencias biotecnológicas, al contrario de lo que pasa en países como China, India y Malasia.

Debe abrirse en el país un debate amplio y definitivo sobre estos temas. Probablemente la Ley General de Vida Silvestre fuese el marco jurídico más adecuado para culminar la definición apropiada de todos los elementos que aún se encuentran mal definidos.

19 *Debemos usar el conocimiento adquirido hasta ahora como una ventaja estratégica para una mejor toma de decisiones, con una visión de largo plazo, y ampliar el ámbito y la pertinencia de ese conocimiento.*

La enorme diversidad biológica y ecológica del país es de tal magnitud que aún tenemos lagunas enormes de conocimiento acerca de ella. Esta percepción es ciertamente correcta. Sin embargo, no podemos dejar de reconocer que en relación con la dimensión de esa diversidad y en especial con la relativa juventud de nuestros esfuerzos de desarrollo científico, el trabajo realizado por científicos extranjeros y el que poseen grupos indígenas, hemos logrado acumular un significativo cuerpo de información. En este sentido México cuenta con una infraestructura de información que, comparada con otros países de similar riqueza biológica y de comparable desarrollo científico, es particularmente favorable. Este cuerpo de conocimiento debe servir de base para que quienes tienen la responsabilidad en los diversos niveles de gobierno tomen decisiones correctas sobre el uso de nuestros recursos naturales y para que una ciudadanía, mejor educada por ese conocimiento, pueda evaluar las opciones y consecuencias de las diferentes acciones tomadas tanto por el gobierno como por otros actores sociales.



La ciudad de Motozintla en Chiapas, partida en dos por la crecida del Río Mazapa en 2005.

II

El patrimonio biológico de México ha beneficiado históricamente a la población del país, pero la irracionalidad de su uso, su sobreexplotación y el impacto del crecimiento económico han traído como consecuencia un severo deterioro de los ecosistemas y sus servicios ambientales, de los cuales depende el ser humano para su desarrollo y bienestar.

Nuestro país ha logrado avances palpables en cuanto a una mayor y más rica información para entender la problemática de la conservación de la biodiversidad, así como en la conceptualización de para qué queremos entender mejor esa problemática. Ahora se propone, como lo hace este estudio, concebir los problemas de conservación de la biodiversidad en términos de la erosión o pérdida de los productos de la evolución orgánica expresada en las poblaciones, cultivares, especies y ecosistemas de México, y del deterioro antropogénico de la funcionalidad de los ecosistemas, lo que se traduce en una pérdida de los servicios ambientales de los cuales depende a su vez, en última instancia, el bienestar social de todos los pobladores del país.

No obstante, los esfuerzos hechos hasta ahora para cuantificar los procesos ecosistémicos y para relacionar adecuadamente los servicios ambientales con el bienestar social, son incipientes, no solo en México sino en todo el mundo, y representan una avenida de investigación de importancia no solo académica, sino de gran necesidad estratégica, en especial en un país megadiverso y con problemas de conservación tan agudos como el nuestro. Más rudimentarios son aun los esfuerzos para alcanzar la meta de inculcar en la sociedad la percepción de que la conservación de los ecosistemas y de sus servicios es de interés central para el bienestar nacional.

Como ya se ha mencionado, la sociedad mexicana obtiene bienes esenciales de los sistemas naturales, como alimentos, forraje, madera y productos farmacéuticos. Estos bienes representan una parte importante de la economía nacional, y un elemento fundamental para la economía de autoconsumo, que sostiene a no menos de 20% de la población del país.

La información estadística disponible para México referente a los bienes y servicios que provienen de la utilización de los ecosistemas es muy deficiente. Por ejemplo, el último censo agropecuario que había cuando comenzamos esta obra era de 1991, y apenas en 2007 se concluyó la nueva versión que se publicaría a fi-

nes de 2008, pero en marzo de 2009 aún no se encontraba disponible. En otros casos, varias series cronológicas de datos están incompletas o construidas de forma tal que no son comparables de un periodo al siguiente. Esto dificulta en extremo analizar el balance, en términos de ganancias y pérdidas, que resulta de la conversión de los ecosistemas para obtener dichos bienes. No obstante, en general, los datos disponibles indican un incremento en la obtención de los servicios de provisión o abastecimiento de los ecosistemas.

20 *La biodiversidad y los ecosistemas del país manifiestan síntomas de un impacto antropogénico desde hace siglos, e incluso milenios, pero que ha sido particularmente agudo en el último medio siglo. La deforestación, sobreexplotación y contaminación de los ecosistemas, la introducción de especies invasoras y el cambio climático son causas directas de la pérdida de nuestro capital natural, que responden a factores indirectos, como los demográficos, las políticas públicas y los desarrollos tecnológicos errados.*

En los últimos dos siglos, pero sobre todo en las últimas cuatro o cinco décadas, en México, como en el resto del mundo, la actividad humana se ha convertido en un factor de modificación profunda de la naturaleza y de los procesos ecológicos. Podría decirse que vivimos una era especial, el "Antropoceno", caracterizada por la intensa huella ambiental que la actividad humana imprime a los ecosistemas que albergan la biodiversidad.

Existen factores sociales, económicos y políticos que se consideran "factores raíz", que a su vez inducen otros "factores próximos" o directos como los cambios en la cobertura vegetal para la producción de alimentos, la sobreexplotación de componentes de la biodiversidad o la introducción de especies exóticas invasoras; el impacto de las especies exóticas en los ecosistemas insulares es un ejemplo representativo. En el futuro cercano habrá impactos difíciles de predecir debidos al cambio climático antropogénico o a la contaminación de ecosistemas con productos de la actividad humana (Fig. 11).

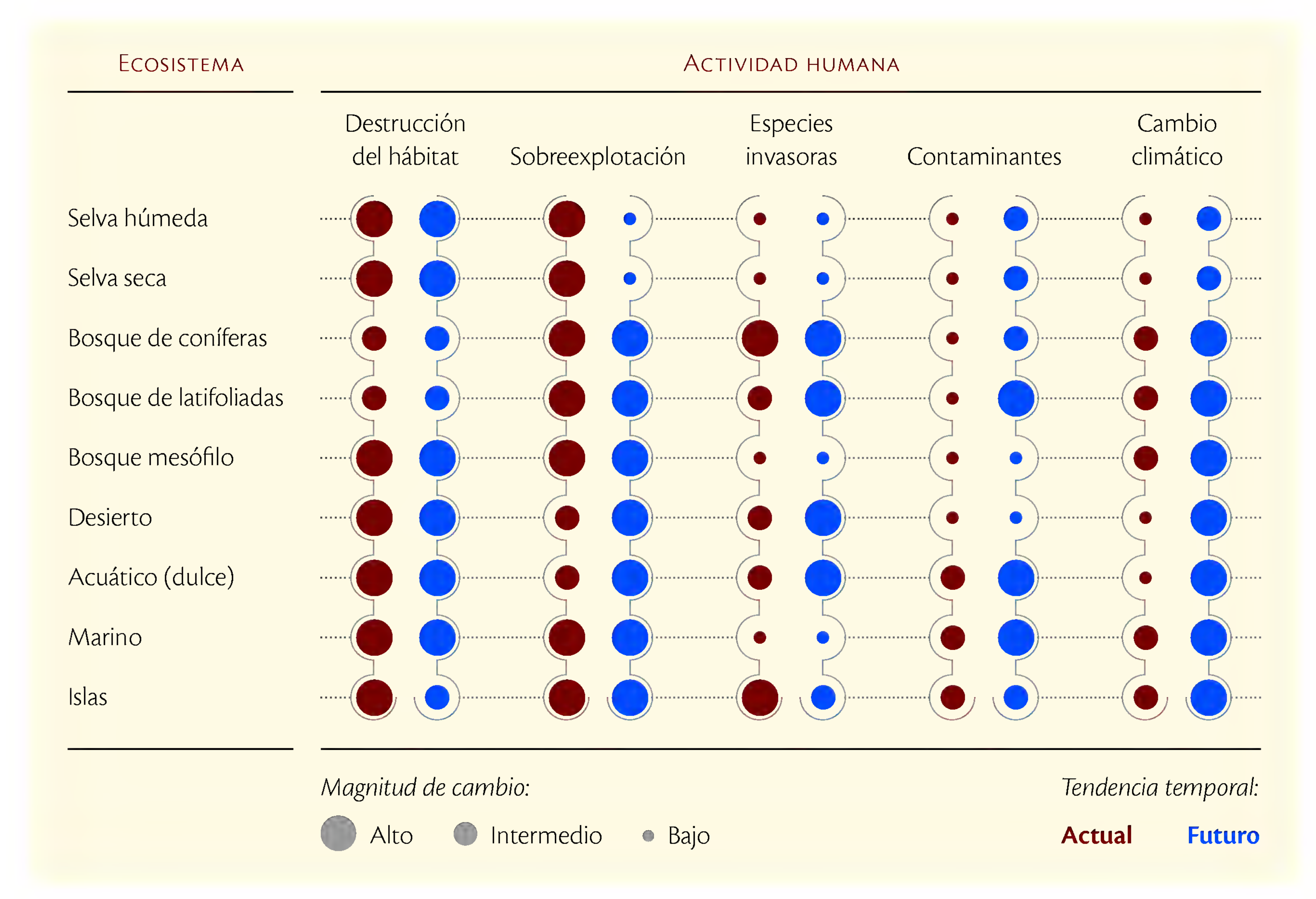
Al igual que en el resto del planeta, el factor de mayor impacto en la pérdida de ecosistemas y la diversidad biológica que contienen ha sido la deforestación de los ecosistemas naturales para la producción de alimentos. Hacia 1976 la cobertura vegetal original de los ecosistemas naturales del país se había reducido a 62% y para 1993 representaba solamente 54% de su superficie original. La cobertura de los bosques y selvas del país representaba en 2002 solamente 38% de su extensión original, con las mayores pérdidas ubicadas en las zonas tropicales (Figs. 12 y 13; véase el capítulo 1 del volumen II).

Una proporción importante de la vegetación remanente está fragmentada y en diferentes estados de perturbación, con gran abundancia de vegetación secundaria, es decir vegetación que está en diferentes procesos de recuperación o deterioro.

Aunque la información sobre humedales o ambientes semiacuáticos es muy fragmentaria, es evidente que ha sufrido impactos muy serios. En los cuerpos de agua dulce de Sonora y la Comarca Lagunera al menos 92 manantiales y 2 500 km

Figura 11

Impacto de la actividad humana sobre la biodiversidad de México: magnitud de cambio denotada por los círculos de diferente tamaño, y tendencia temporal del cambio en los ecosistemas (Conabio 2006; capítulo 1, vol. II).



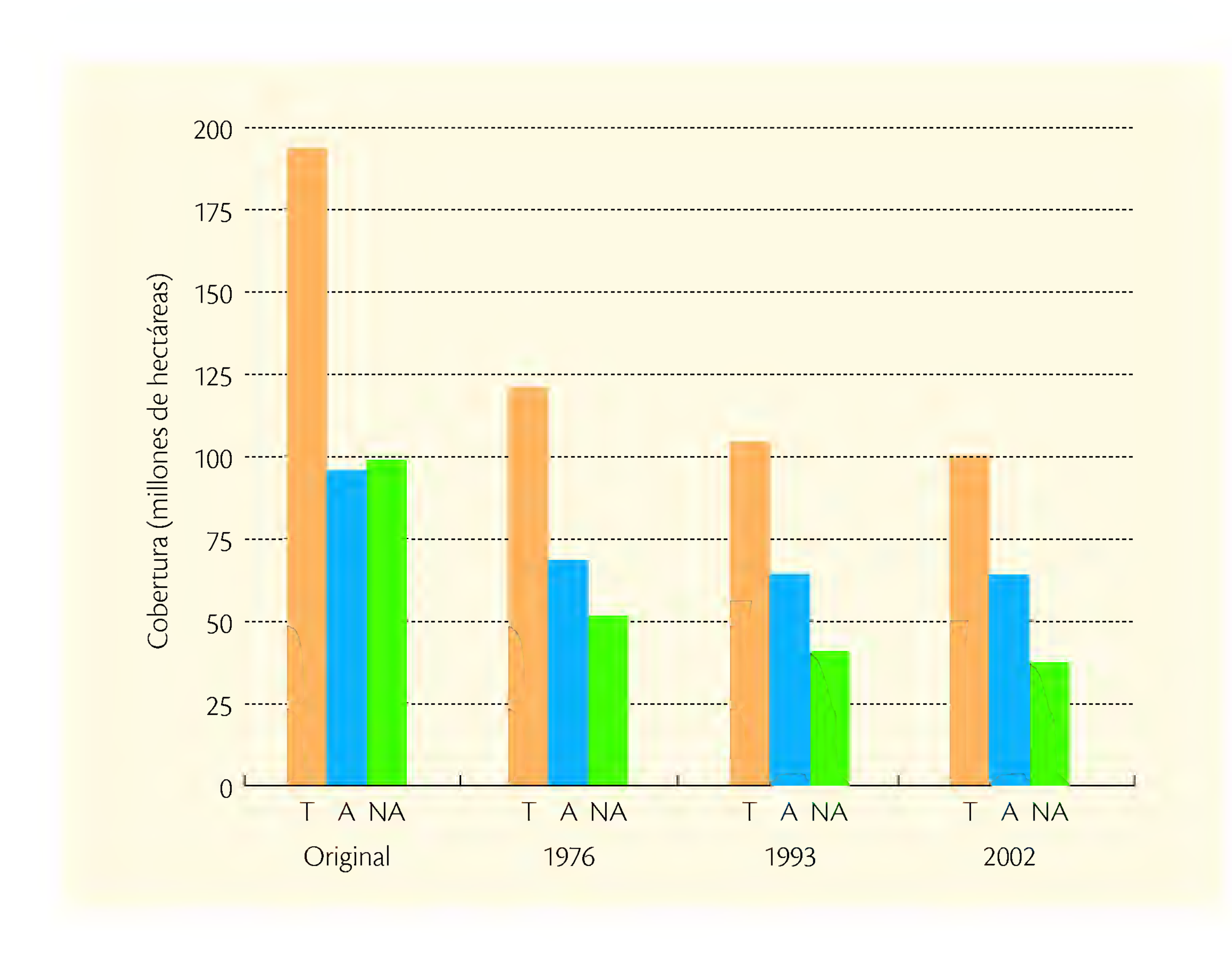


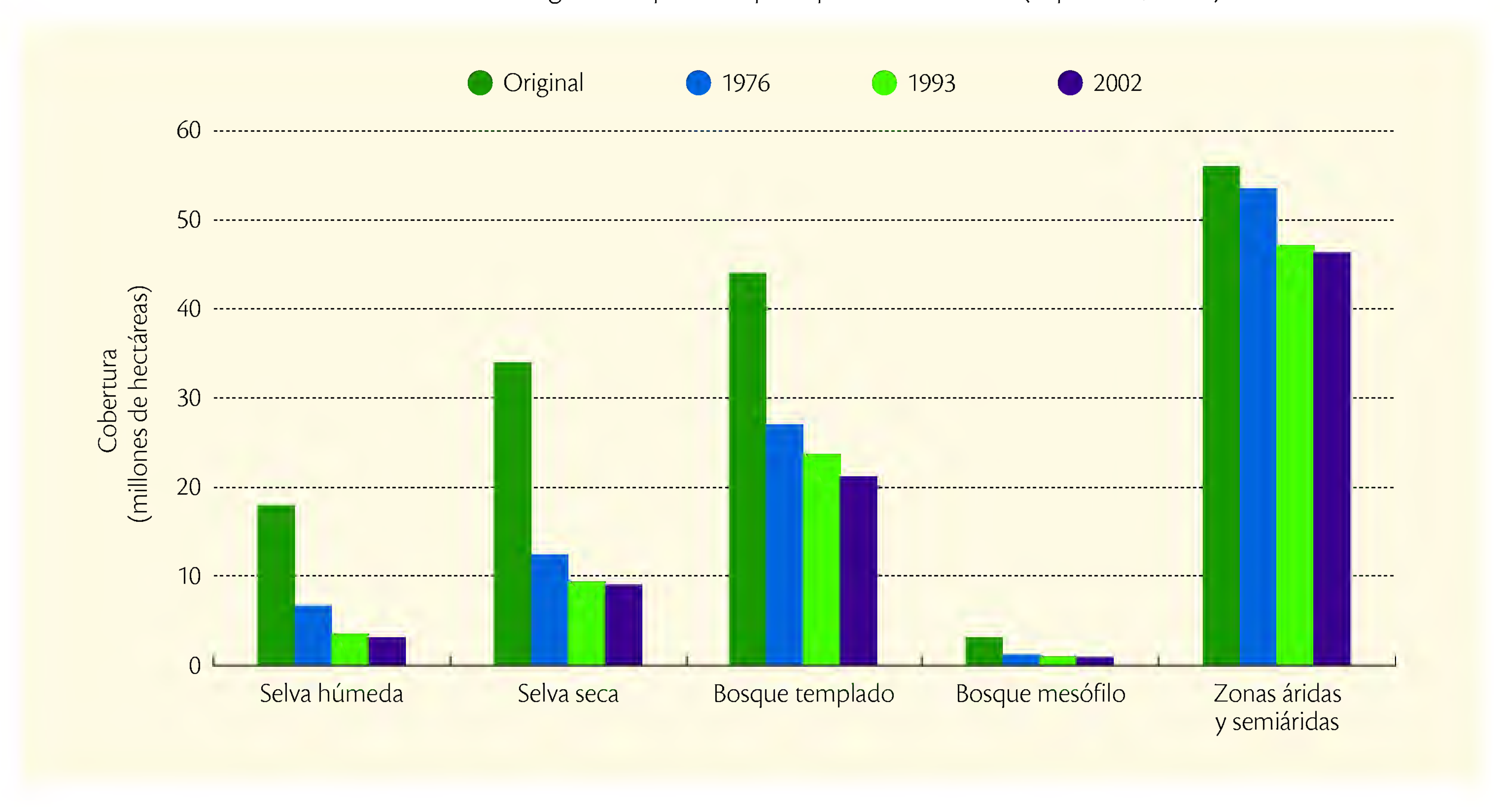
Figura 12

Tendencias de cambio en la cobertura de la vegetación, incluyendo la cobertura total (T), la correspondiente a la vegetación arbolada (A) y a la no arbolada (NA) en cada año (capítulo 1, vol. II).



Figura 13

Tendencias de cambio en la cobertura de la vegetación primaria por tipo de ecosistema (capítulo 1, vol. II).



de ríos se han secado, las aguas superficiales han disminuido y los mantos freáticos se han abatido. De las cerca de 200 especies de peces de agua dulce de esa región, 120 están consideradas como amenazadas de extinción y 15 ya se han extinguido (Contreras-Balderas y Lozano-Vilano 1994).

En las próximas décadas los efectos del cambio climático se dejarán sentir de forma importante, interactuando con otros factores de perturbación como la sobreexplotación de especies, la fragmentación de la vegetación y otros factores de pérdida de la diversidad biológica. Los estudios del efecto del cambio climático sobre el funcionamiento de los ecosistemas han sido pobremente desarrollados en el país, si bien ya se vislumbra una agenda de trabajo importante para ese fin (IPCC 2007), en la que una mayor investigación sobre los efectos del cambio climático en la biodiversidad de México deberán ocupar un lugar central. A pesar de ello, los datos que podemos obtener de modelos generales del clima sugieren que los efectos del cambio climático serán más severos en los ecosistemas ubicados en las mayores elevaciones de nuestros sistemas montañosos y en las latitudes más norteñas.

Por otra parte, existen tendencias de recuperación no fácilmente cuantificables pero evidentes, de zonas que han sido abandonadas fundamentalmente por la despoblación que causa la emigración del campo, así como algunos programas de fomento de sistemas agroforestales, el establecimiento de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) y otros que, sin embargo, deben ser adecuadamente evaluados en sus efectos de conservación.

Los costos ambientales del desarrollo —y sus consecuencias económicas de

largo plazo— son incalculables y en muchos casos imposibles de encarar. El costo de la conservación y el manejo sustentable del capital natural será siempre mucho más bajo que el de la recuperación o restauración de los sistemas. Este elemento debería estar claramente comprendido en las políticas transversales de los diferentes órdenes de gobierno. Esto es particularmente cierto en lo que se refiere al futuro de la capacidad de abastecimiento de alimentos para la población de México hacia mediados de este siglo (alrededor de 125 millones de personas, con un consumo per cápita de alimentos superior al actual). La forma en que este reto se resuelva determinará en gran medida el grado de conservación de la diversidad biológica del país, de sus ecosistemas y los servicios que proporcionará a esa población del futuro. Esto se aplica igualmente a los ecosistemas marinos, ya que menos de un tercio de las pesquerías actuales cuenta con un potencial de desarrollo.

21 *La concentración de la población en asentamientos urbanos es un proceso irreversible de grandes alcances sociales, económicos y ambientales. Actualmente, las ciudades tienen un impacto crítico sin precedentes en el ambiente global.*

En todo el mundo la urbanización es un proceso continuo que presenta variantes regionales y nacionales en todos los países. Como parte de este proceso se han conformado las llamadas megalópolis, que son un fenómeno más común en los países menos desarrollados, aunque también se encuentra en algunos países con economías más consolidadas. A pesar de que las altas tasas de crecimiento fueron una característica distintiva de las megalópolis, actualmente es común que las ciudades de menor tamaño tengan tasas de crecimiento mayores que las grandes ciudades. Dadas las tendencias actuales, se espera que en los primeros 30 años del siglo XXI prácticamente todo el crecimiento de la población mundial se localice en los conglomerados urbanos. A pesar de que solo ocupan 2% de la superficie del planeta, el establecimiento y crecimiento de centros urbanos tiene consecuencias ambientales profundas, tanto en el sitio en donde se desarrollan como en otros lugares, algunos circundantes y otros más lejanos.

Las ciudades tienen tasas de consumo que frecuentemente rebasan sus límites (esto es, una profunda huella ecológica). La concentración de la población ejerce una fuerte presión sobre los bienes y servicios que brindan los ecosistemas de los que dependen, pero también puede permitir optimizar su uso cuando la planificación del desarrollo es adecuada. El cambio de uso de suelo que subyace al desarrollo urbano compromete muchos servicios ambientales, incluyendo la biodiversidad. Hoy día, mantener la mayor representación de la riqueza biótica y preservar los servicios ambientales que ello implica es un reto fundamental de las ciudades que aspiran a un desarrollo urbano sustentable.

22 El impacto de la actividad humana en la modificación de ecosistemas naturales y la desordenada ocupación del territorio para fines urbanos o de producción agrícola ha exacerbado el efecto de los fenómenos naturales, causando desastres con costos sociales y económicos muy elevados.

La posición geográfica de México, que resulta en una privilegiada diversidad ecológica y biológica, expone con frecuencia a nuestro territorio a fenómenos hidrometeorológicos, que cuando son extraordinarios en su expresión, causan severos impactos socioeconómicos. Aunque estos fenómenos han estado presentes históricamente y varios de ellos son parte de la dinámica en la que han evolucionado los ecosistemas del país (como el fuego en ciertos bosques de coníferas), la severidad de los efectos en la economía y la sociedad es resultado de las alteraciones antropogénicas de los ecosistemas y los regímenes naturales de tales fenómenos, de la alteración de los ciclos hidrológicos y la capacidad de los ecosistemas naturales de amortiguar su efecto (Fig. 14).

Las transformaciones en el uso del suelo y el cambio climático están modificando los regímenes de esos fenómenos naturales. El entendimiento de las complejas relaciones entre los regímenes de perturbación (ya sean naturales o antropogénicas) y la biodiversidad es aún insuficiente, pero constituye un aspecto fundamental para la conservación y el manejo sustentable de los ecosistemas.

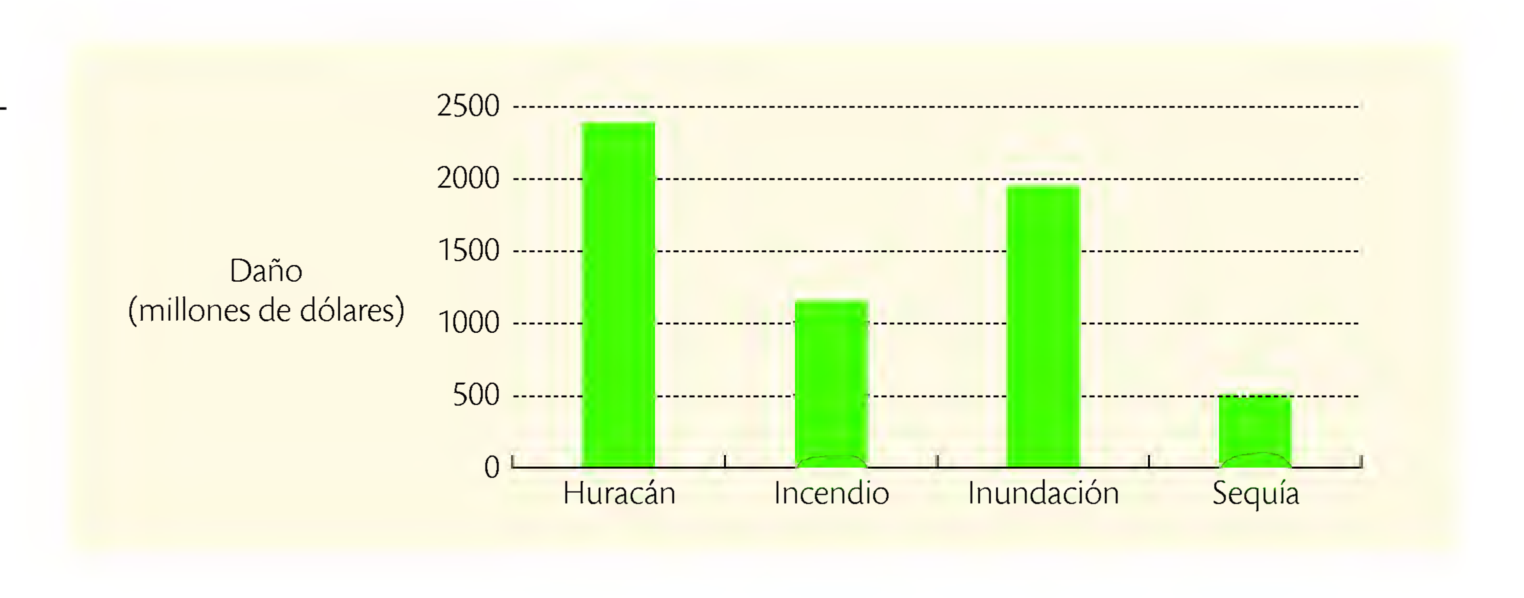
Como resultado de su ubicación latitudinal, su orografía y su relación con los mares que le rodean, nuestro país está expuesto a sequías extensas. Más de un tercio de nuestro territorio (35.4%) sufre este problema, siendo las ecorregiones de Baja California, el Desierto Chihuahuense y la Sierra Madre Occidental las más impactadas.

Los incendios forestales, que eran parte natural de algunos ecosistemas boscosos y de praderas, en la actualidad tienen, por lo general, un origen antrópico y han incrementado su frecuencia, extensión y severidad. Entre 1970 y 2007 los incendios, en su mayoría causados por la acción humana vinculada al uso del fuego agropecuario, afectaron en promedio casi 221 000 hectáreas por año. La planicie occidental yucateca, los Altos de Chiapas y las sierras en el occidente del país entre Jalisco y Michoacán, y los piedemontes del Pacífico sur han presentado la mayor frecuencia de incendios respecto a su extensión superficial.

Las observaciones de este estudio indican que ha habido una frecuencia de in-


Figura 14

Daño económico en millones de dólares causado por cuatro tipos de desastres provocados por eventos naturales en el periodo 1980-2003 en México (capítulo 3, vol. II).

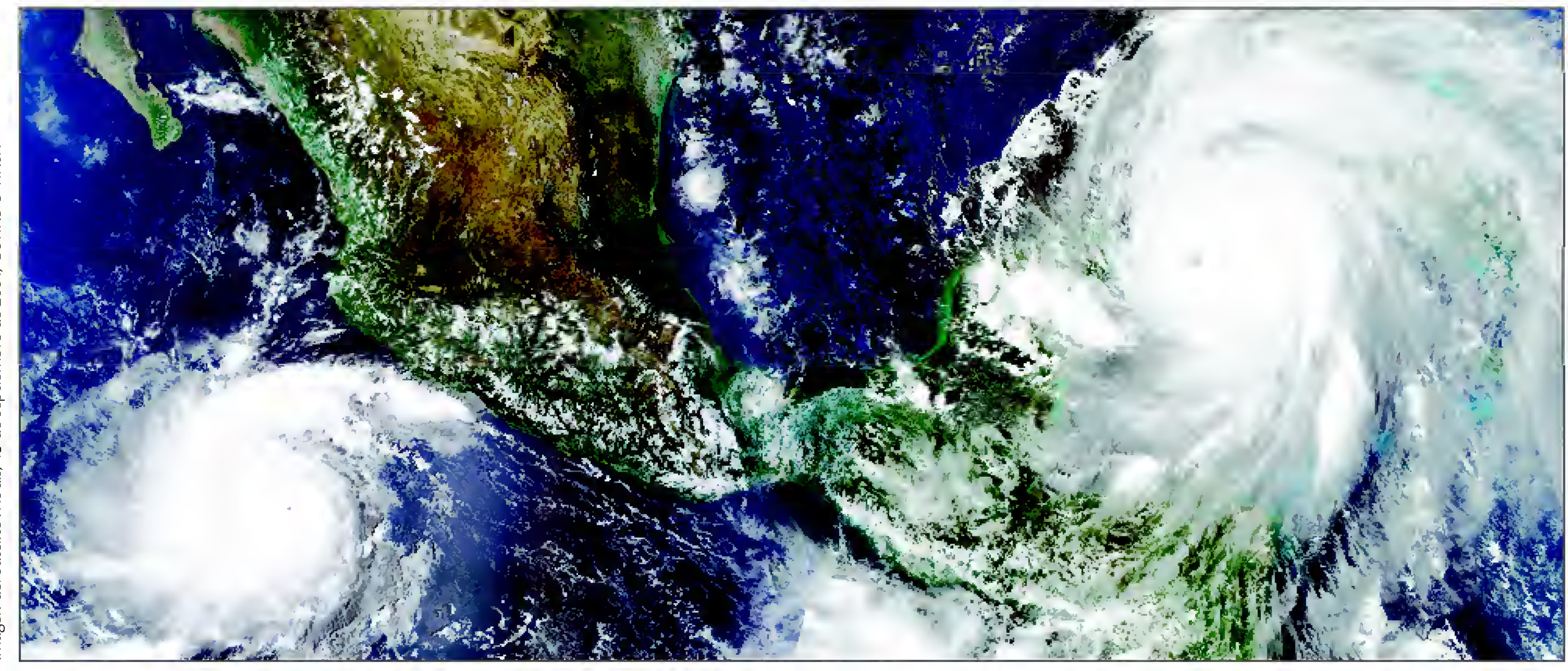


cendios mayor que la esperada en ecosistemas sensibles al fuego, como las selvas tropicales húmedas, donde los efectos son aún más devastadores. El hecho de que la mayoría de estos incendios sean de origen humano sugiere claramente que pueden ser susceptibles de un manejo racional, con medidas que van desde el control de las fuentes de ignición (como las quemas agrícolas) y la supresión de los incendios mediante su prevención y combate hasta la aplicación de fuegos controlados y prescritos.

Desde 1988, la aportación de la Conabio en la detección diaria de incendios ha contribuido significativamente a la reducción de los efectos del fuego sobre la biodiversidad de mayor valor, es decir, la que se encuentra en las áreas naturales protegidas o en zonas de alto endemismo, así como a la reducción del riesgo para quienes tienen la tarea de combatir los incendios.

Hay evidencias de que la frecuencia de huracanes de alta magnitud está aumentando. Entre 1950 y 2004 arribaron a nuestro territorio 29 huracanes de categorías entre 3 y 5, —más de uno cada dos años— que afectaron 25% del territorio, siendo las áreas costeras las que recibieron los mayores daños, aunque las regiones montañosas a barlovento de los huracanes recibieron también impactos severos. La información disponible sobre las inundaciones no permitió hacer una evaluación adecuada de sus efectos y tampoco se encontraron modelos predictivos de la susceptibilidad de las regiones a ser inundadas por estos fenómenos.

Los costos de los fenómenos hidrometeorológicos en México, especialmente el efecto de ciclones y tormentas, son considerables debido a la vulnerabilidad creada por la remoción de la cobertura boscosa. Dichos costos fueron de alrededor de 700 vidas humanas y cerca de 700 millones de dólares por año durante el periodo 1980-1999. Los desastres hidrometeorológicos causaron un daño acumulado de 4 547 millones de dólares, incluyendo los costos directos e indirectos generados, que equivalen a 44% de los daños totales sufridos por desastres durante este periodo, y consumieron más de 70% de los recursos del Fondo Nacional de Desastres. En el último cuarto de siglo han perdido la vida alrededor de 3 200 personas que



Huracán Iván y tormenta tropical Javier en 2004.

Imagen del Satélite Modis, 13 de septiembre de 2004, Conabio-nasa

habían estado en condiciones vulnerables, expuestas a fenómenos hidrometeorológicos (véase el capítulo 4 del volumen II).

El análisis de la información refleja que los efectos sinérgicos de estos elementos de perturbación y su impacto sobre la biodiversidad son mucho más severos que la consideración de los efectos de cada una de las causas por separado.

Un ordenamiento territorial cuidadosamente diseñado e implementado ayudaría a reducir el impacto de los desastres naturales sobre la biodiversidad, así como las consecuencias socioeconómicas de estos fenómenos, y también a cuantificar y valorar mejor los servicios ecosistémicos clave para la regulación de esas perturbaciones naturales. La previsión de desastres que traen consigo costos humanos y económicos se podría mejorar sensiblemente con medidas de mitigación como la conservación de la cobertura forestal en las cabeceras de las cuencas, el mantenimiento de los humedales (evitando desarrollos humanos en los mismos) y la protección de los ecosistemas de la zona ribereña, en particular los manglares y los arrecifes coralinos que desempeñan un importante papel en la disminución del impacto de huracanes.

Es previsible que la frecuencia de arribo de huracanes de gran magnitud aumente en el futuro inmediato debido al calentamiento atmosférico. El manejo adecuado y la conservación de ecosistemas tienen un papel importante en las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático y deberían ser parte de las consideraciones de la estrategia nacional ante ese cambio. Tal manejo sustentable de los ecosistemas es crucial también en la gestión de los recursos hídricos en un país como el nuestro, cuya superficie está dominada por zonas áridas y semiáridas y, en consecuencia, amenazado por procesos de desertificación (Fig. 15). Para lograr esto también se requieren sistemas de monitoreo con los que no contamos, y de información hidrometeorológica de mejor cobertura territorial y calidad.

23 *No obstante que existen limitaciones en la capacidad de análisis de la cobertura vegetal en series cronológicas largas debido a diferencias metodológicas, la evaluación del estado que guardan los ecosistemas terrestres señala que las tasas de deforestación han sido muy severas en las últimas tres décadas y la vegetación ha quedado muy fragmentada.*

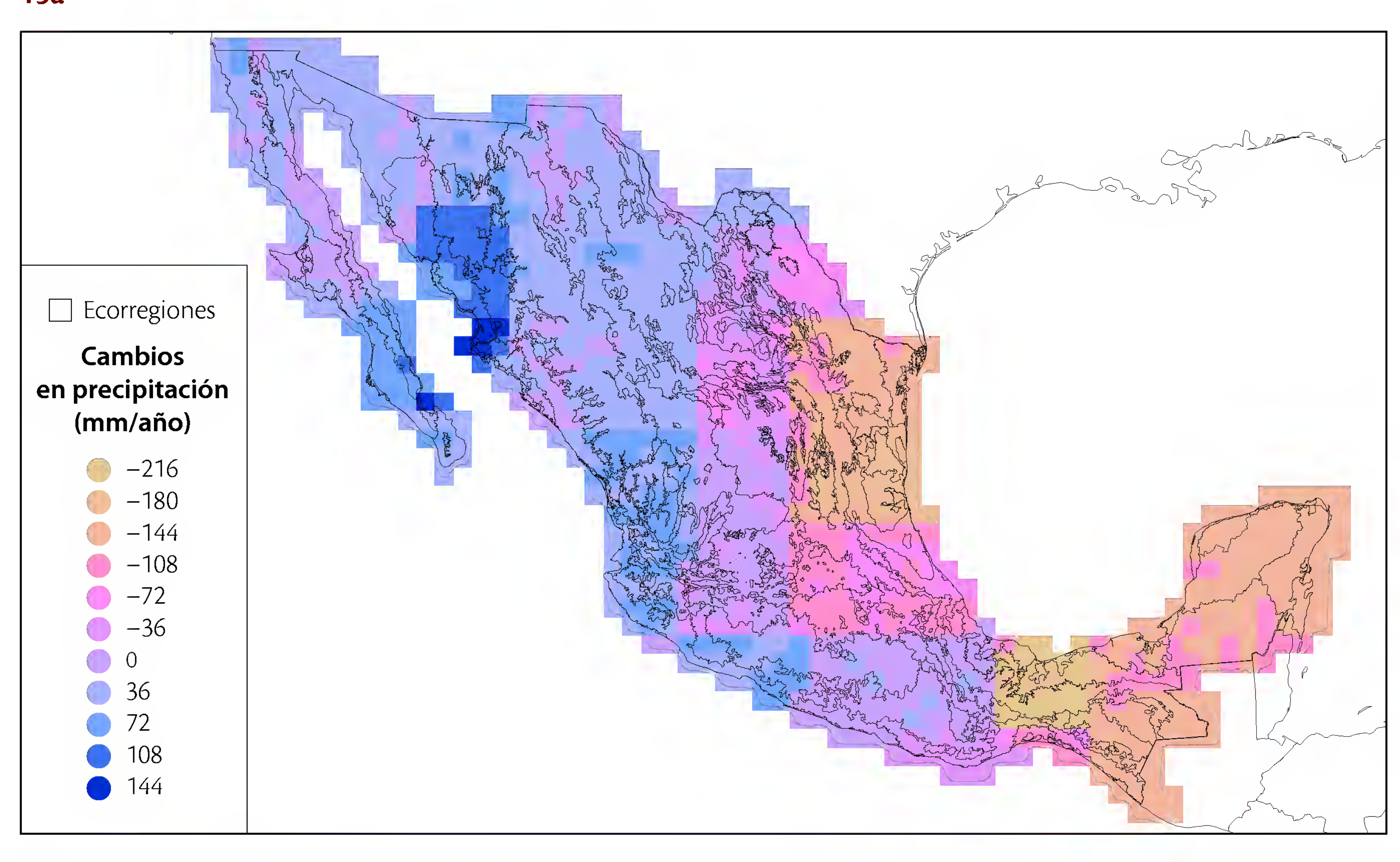
Aunque en términos absolutos el área ocupada por desarrollos urbanos es mucho menor que aquella que la actividad agropecuaria ha transformado históricamente, la tasa de expansión de las zonas urbanas a costa de los ecosistemas naturales en los últimos 30 años ha sido mucho mayor (7.4% anual) que la tasa de expansión de la frontera agropecuaria (0.8% anual) para el mismo periodo. A esa expansión hay que añadir el efecto de poblados y ciudades como focos de demanda y concentración de la producción de bienes, y de niveles de consumo y desechos, con sus respectivos impactos en su entorno por la deforestación y la pérdida de biodiversidad, degradación y contaminación de suelos, agua y aire.

La fragmentación de los ecosistemas alcanza magnitudes severas (véase el capítulo 2 del volumen II), especialmente en el caso de la vegetación de las zonas tro-

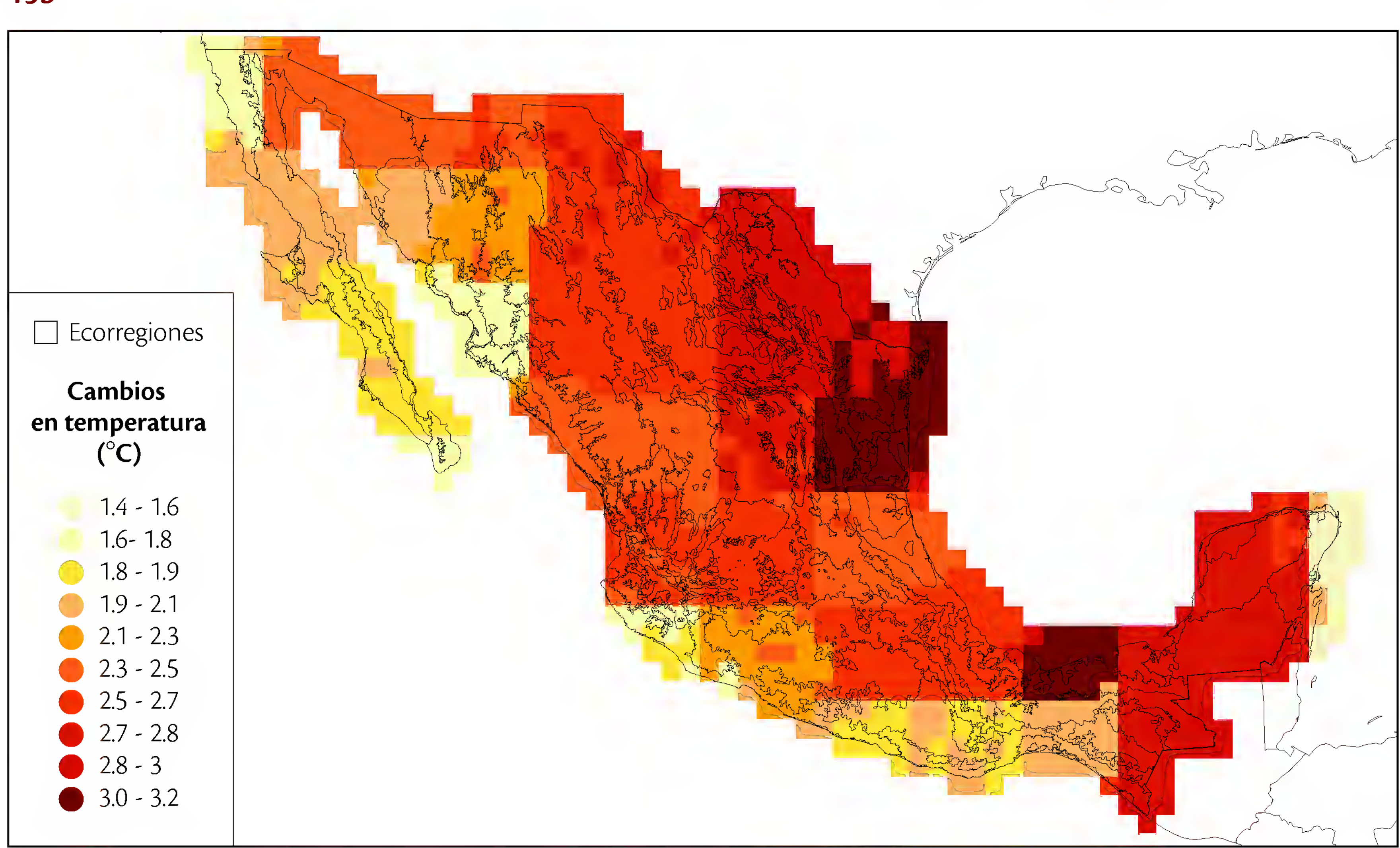
Figura 15

Proyecciones de cambios en factores que modifican los procesos de desertificación: (*a*) precipitación promedio anual (mm) y (*b*) temperatura promedio anual (°C) esperadas en México del modelo HadCM3 con el escenario SRES A2 para el periodo 2040-2069 (capítulo 3, vol. II).

15a



15b



picales húmedas (Fig. 16), en donde solo una proporción muy reducida de las selvas (15%) representa áreas mayores de 20 km^2, con una alta representación de trozos (fragmentos) de selva de entre 5 y 10 hectáreas. Algo similar ocurre con los bosques templados, aunque la proporción de vegetación secundaria respecto a los bosques bien conservados es menor que en las selvas tropicales húmedas.

La fragmentación de la vegetación tiene consecuencias negativas severas en la viabilidad de muchas poblaciones de especies animales con ámbitos de funcionamiento que requieren extensiones importantes, lo cual a su vez tiene consecuencias negativas en la viabilidad de numerosas especies vegetales.

A pesar de que podemos tener certeza acerca de la tendencia de las importantes pérdidas de la cobertura vegetal del país, existe hasta el momento cierta dificultad para realizar estudios con niveles aceptables de confiabilidad debido a varios factores. Uno de fondo es la extensión y complejidad territorial del país, que hace muy laboriosa la tarea de analizar el territorio a escalas de imagenología de percepción remota que reduzcan los errores de interpretación. Otras causas han sido la variabilidad que ha existido en el pasado, tanto en la calidad y las escalas de la información cartográfica como en los sistemas de clasificación de la vegetación que cubre nuestro territorio. Será necesario para futuras evaluaciones, tanto de la cobertura vegetal de diferentes tipos de vegetación como de los cambios en el uso del suelo, contar con metodologías cartográficas y de clasificación de la cobertura vegetal que permitan hacer estudios de series cronológicas sobre bases de información totalmente comparables. Las capacidades en el gobierno federal y en las instituciones académicas debe hacer que esta meta sea alcanzable en el futuro cercano.

24 *La pérdida, degradación y fragmentación de los ecosistemas que albergan la biodiversidad son la principal causa de una marcada elevación de las tasas de extinción, lo cual es especialmente crítico en el caso de especies endémicas.*

La actividad humana, que ha transformado los ecosistemas naturales para tratar de satisfacer sus diversas necesidades de alimentación, materiales, etc., provocando daños a los ecosistemas naturales, es la causa principal de la extinción de especies. En el ámbito mundial se ha calculado que la actual tasa de extinción de especies es alrededor de mil veces más alta que la tasa histórica. Esto significa que la actividad económica, en particular a partir del siglo XVIII, representa un impacto similar a alguna de las catástrofes globales que han producido extinciones masivas en el pasado, como ocurrió con el impacto de un meteorito hace 65 millones de años que disparó la desaparición de los dinosaurios.

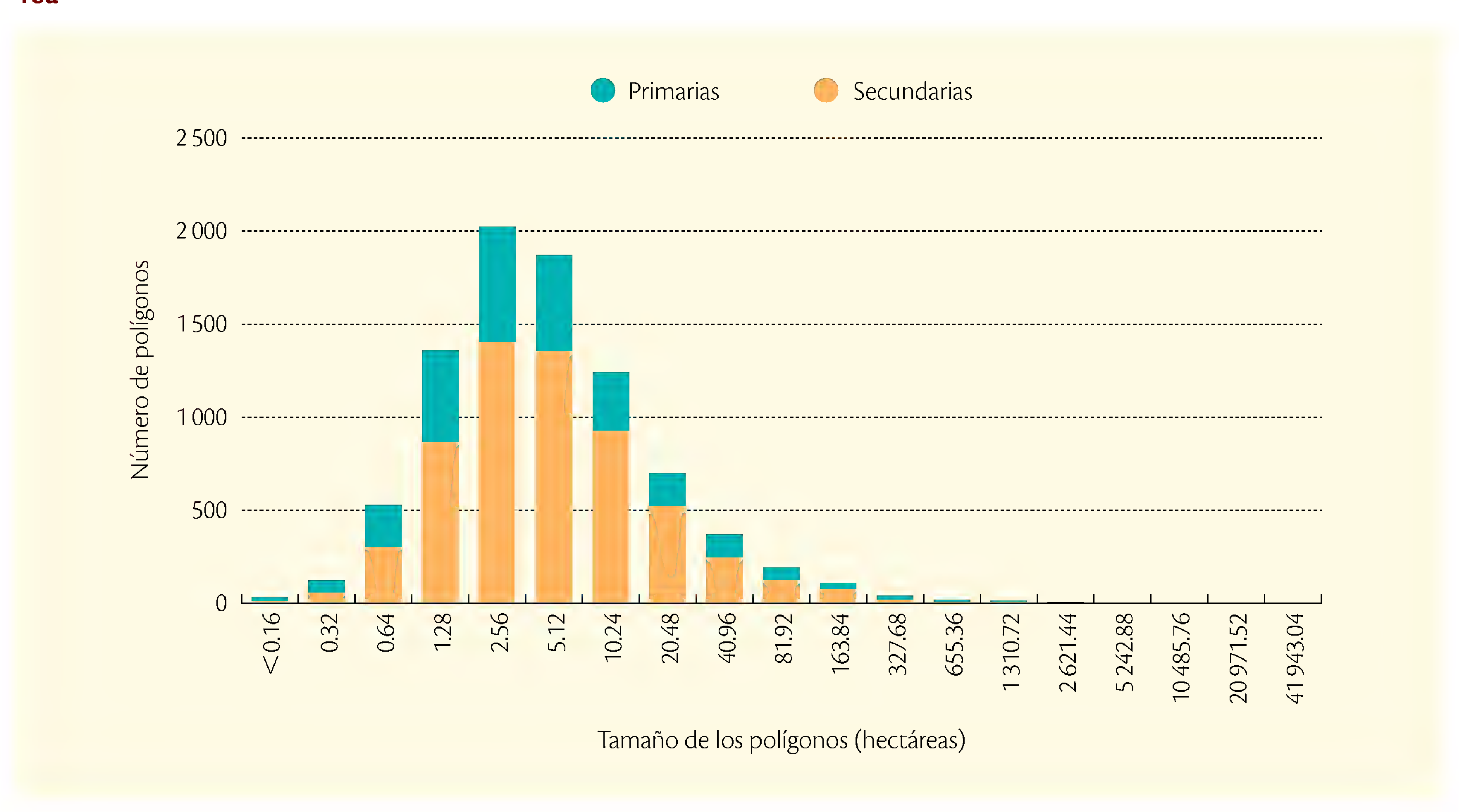
En nuestro país la situación no es diferente; la pérdida de ecosistemas naturales ha sido severa. Las estimaciones más recientes indican que el país conserva solo cerca de 50% de su cobertura de vegetación natural (en condición primaria).

Sumado a esto, la sobreexplotación de especies de interés alimentario o económico, por la caza y la recolección masiva, así como el tráfico ilegal de especies (que se discute en el capítulo 5 del volumen II) exacerba el efecto nocivo que la dismi-

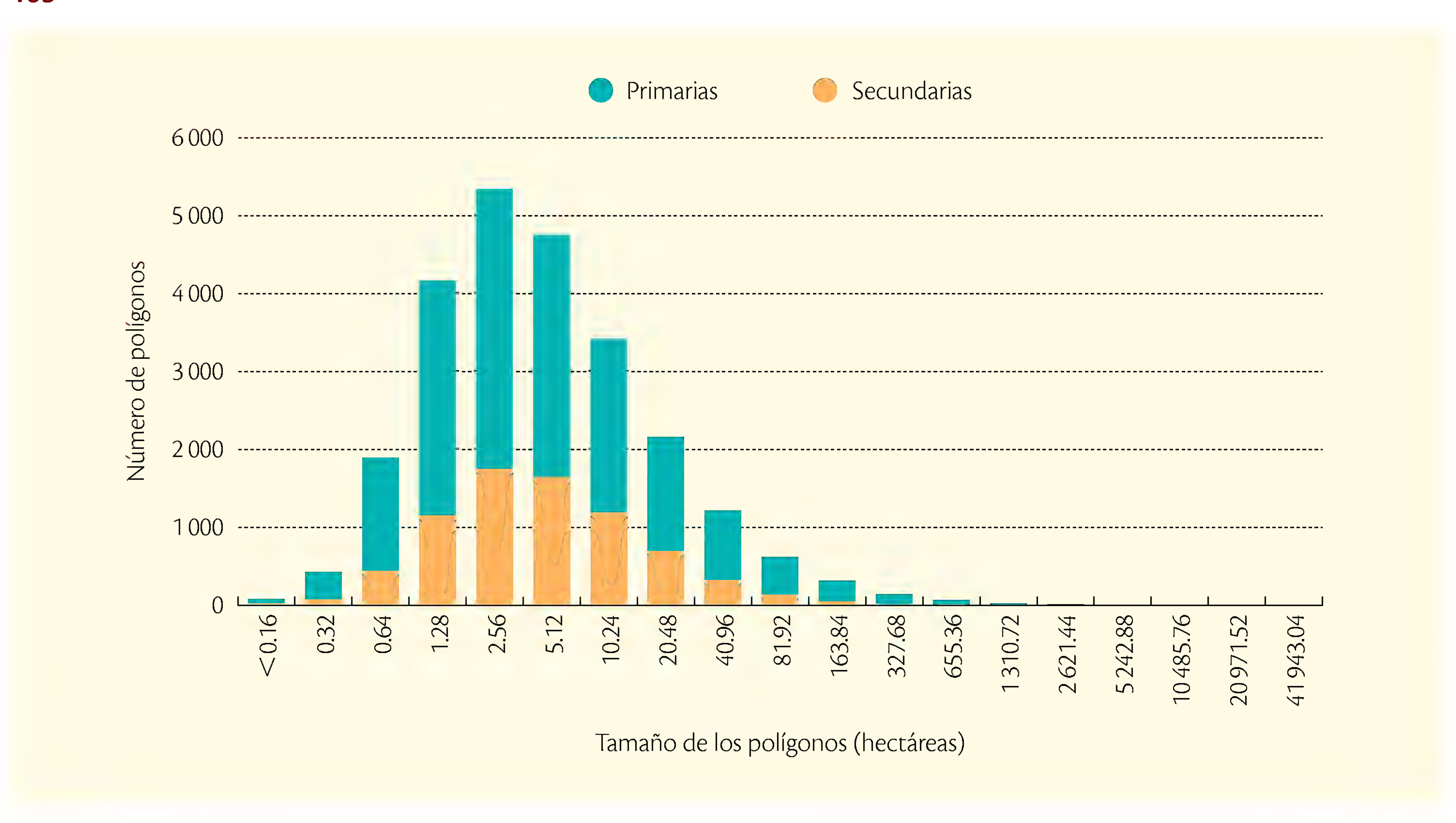
Figura 16

Análisis de fragmentación de la vegetación. Distribución de frecuencias del tamaño de los polígonos que representan la vegetación (primarias: barras oscuras; secundarias: barras claras); (*a*) selvas húmedas y (*b*) los bosques templados en la Carta de uso actual del suelo y vegetación del INEGI, serie I, *ca.* 1970) (capítulo 2, vol. II).

16a



16b



nución del hábitat tiene sobre las especies. Estimar con exactitud el número de especies extintas de cualquier país es imposible, debido a las grandes lagunas en el conocimiento mundial sobre la diversidad del planeta.

Hasta el presente, se sabe con certeza que se han perdido del país 127 especies de las que 74 (58.2%) eran endémicas, lo cual significa que estas especies se han extinguido del planeta. El cuadro 5 presenta estos datos. Las extinciones más importantes han ocurrido en vertebrados de sistemas insulares y lagunas continentales, sobre todo del grupo de los anfibios, en el que el total de las extinciones es de especies endémicas de México. La mayoría de las aves se han perdido de las islas del Pacífico y en el caso de los peces, de las aguas continentales. De las plantas extintas solo 5% son endémicas de México (cuadro 6).

Nuestro conocimiento sobre las extinciones de vertebrados en el país descansa sobre información más confiable, y se han confirmado las extirpaciones o extinciones de varios mamíferos, aves y peces dulceacuícolas ocurridas antes de 1998. Sin embargo, a veces no es posible confirmar nuevas extinciones, ni saber si han ocurrido —ya que han podido pasar inadvertidas hasta ahora—, sobre todo en ciertos grupos de anfibios, invertebrados y plantas poco sobresalientes con áreas de distribución muy restringidas, pues la falta de esquemas de monitoreo exhaustivos y extensivos no permite afirmarlo con certeza.

25 *Hemos usado los ecosistemas de manera similar a la minería. En lugar de manejar y mantener la "fábrica" de servicios y bienes que son los ecosistemas, hemos extraído esos bienes y servicios como si se tratase de un almacén de reserva infinita. Ahora nos damos cuenta de que, en muchos casos, hemos llegado al fondo del almacén y vemos claramente sus limitaciones.*

Los seres humanos obtenemos numerosos beneficios de los sistemas ecológicos naturales que nos rodean, así como de la diversidad de especies que albergan. Los servicios son de diferente índole. Algunos de ellos han sido la base del desarrollo humano (alimentos, fibras, medicinas, etc.) y consecuentemente han tenido una valoración muy precisa; los mercados se han desarrollado sobre dicha valoración. Otros servicios, igualmente importantes para la subsistencia humana, no han tenido un lugar en la valuación de los beneficios que recibimos de la naturaleza (como la producción de oxígeno y la captura de bióxido de carbono, la fertilidad de los suelos y su retención en los ecosistemas, los polinizadores de plantas útiles para consumo humano, etc.) o apenas empiezan a ser valorados (como la captura de agua y su infiltración a manantiales, ríos y lagos) (Fig. 17).

El análisis y la valoración de estos servicios es un esfuerzo incipiente en el mundo que ha empezado a estimularse después de la evaluación de los ecosistemas a escala global que realizó el Millennium Ecosystem Assessment (MA 2005). A raíz de este trabajo que conjuntó a más de mil investigadores de todo el mundo, varios países han empezado una diversidad de estudios a diferentes escalas sobre el tema. Es, consecuentemente, un área emergente de investigación en nuestro país.

Cuadro 5 Especies de vertebrados y plantas desaparecidas, extintas, extirpadas, virtualmente extirpadas o cuya extinción en México se teme pero no se ha confirmado (capítulo 10, vol. I)

Grupo taxonómico	Extintas[1] en México	Extirpadas[2]	Virtualmente extirpadas[3]	Especies cuya extinción no está confirmada	Total de especies desaparecidas
Plantas	20	1	—	5	26
Peces	17	12	8	1	38
Anfibios	—	—	—	29	29
Aves	12	5	1	1	19
Mamíferos	7	1	—	7	15
Total	**56**	**19**	**9**	**43**	**127**

[1] Especies extintas: aquellas nativas o restringidas a México cuya desaparición se ha confirmado.
[2] Especies extirpadas: especies extintas en México pero que sobreviven en otros países como parte de su área de distribución.
[3] Especies virtualmente extirpadas: aquellas desaparecidas de la naturaleza pero que sobreviven en condiciones de cautiverio o cría, sin posibilidades actuales de ser reintroducidas en su hábitat natural.

Cuadro 6 Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001

Grupo	Sujetas a protección especial[1]	Amenazadas[2]	En peligro de extinción[3]	Probablemente extintas en el medio silvestre[4]	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2001
Hongos	7	25	10	—	42
Plantas	486	350	141	4	981
Invertebrados	19	11	16	—	46
Peces	30	74	70	11	185
Anfibios	149	42	6	—	197
Reptiles	343	109	14	—	466
Aves	149	107	6	19	281
Mamíferos	121	124	43	7	295
Total	**1 304**	**842**	**306**	**41**	**2 493**

[1] *Sujetas a protección especial:* aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y .conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas. (Esta categoría puede incluir a las categorías de menor riesgo de la clasificación de la UICN).
[2] *Amenazadas:* aquellas especies, o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. (Esta categoría coincide parcialmente con la categoría vulnerable de la clasificación de la UICN).
[3] *En peligro de extinción:* aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros. (Esta categoría coincide parcialmente con las categorías en peligro crítico y en peligro de extinción de la clasificación de la UICN).
[4] *Probablemente extintas en el medio silvestre:* aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano.
Nota: esta norma se encuentra actualmente en proceso de actualización.
Fuente: Semarnat (2002).

Figura 17

Los cuatro tipos de servicios ambientales que las sociedades humanas reciben de los ecosistemas y ejemplos representativos de cada uno de ellos (capítulo 4, vol. II).

Servicios de provisión o abastecimiento	Servicios de regulación	Servicios culturales
• Alimentos • Agua dulce • Madera y fibras • Combustibles	• Del clima (protección contra eventos extremos, como inundaciones) • Control de erosión • Regulación de polinizadores • Enfermedades • Purificación del agua	• Estéticos • Espirituales • Recreativos • Educativos

Servicios de soporte ecológico		
• Reciclaje de nutrientes	• Formación de suelo	• Productividad primaria

La humanidad ha modificado desde hace milenios los ecosistemas naturales para la obtención de bienes y recursos de los que se ha beneficiado, como en el caso de los servicios de provisión. Existe, de hecho, una transacción o intercambio en el que obtenemos beneficios, pero para ello se sacrifican servicios que los ecosistemas nos ofrecen.

Los servicios de provisión

La producción de alimentos, ya sea en los sistemas terrestres (agricultura y ganadería) o en el mar y las aguas epicontinentales (pesquerías y acuicultura), así como la obtención de madera y fibras, es resultado de la productividad primaria (es decir, la capacidad de las plantas de capturar la energía solar y de los minerales y agua del suelo para convertirlos en material vegetal que es después consumido por el resto de los organismos de la cadena alimentaria) de los ecosistemas y depende forzosamente del proceso fotosintético de los productores primarios (las plantas), incluso en el caso de los insumos que se requieren para cultivos que, como la acuicultura, no están ligados a la cadena trófica de un ecosistema natural. *En otras palabras, consumimos, para nuestra subsistencia, energía solar transformada por las plantas por medio de la fotosíntesis.*

Producción agrícola

A pesar de la enorme variedad de plantas cultivadas (véase el capítulo 18 del volumen I) que se desarrollaron históricamente en México, en la actualidad tres cultivos, uno de ellos no nativo de México (el sorgo) cubren casi 50% de la superficie cultivada del país. La superficie sembrada en nuestro territorio, después de un acelerado crecimiento entre 1940 y 1965, se ha mantenido relativamente estable (un poco menos de 23 millones de hectáreas) en los últimos 20 años. Sin embargo, en términos de hectáreas cultivadas per cápita, la superficie ha descendido casi 30% entre 1980 y 2002.

Se ha dado un ligero aumento en la productividad gracias a un incremento —con variaciones regionales— en los insumos agrícolas. La producción de granos básicos per cápita y los rendimientos por hectárea permanecieron constantes en la

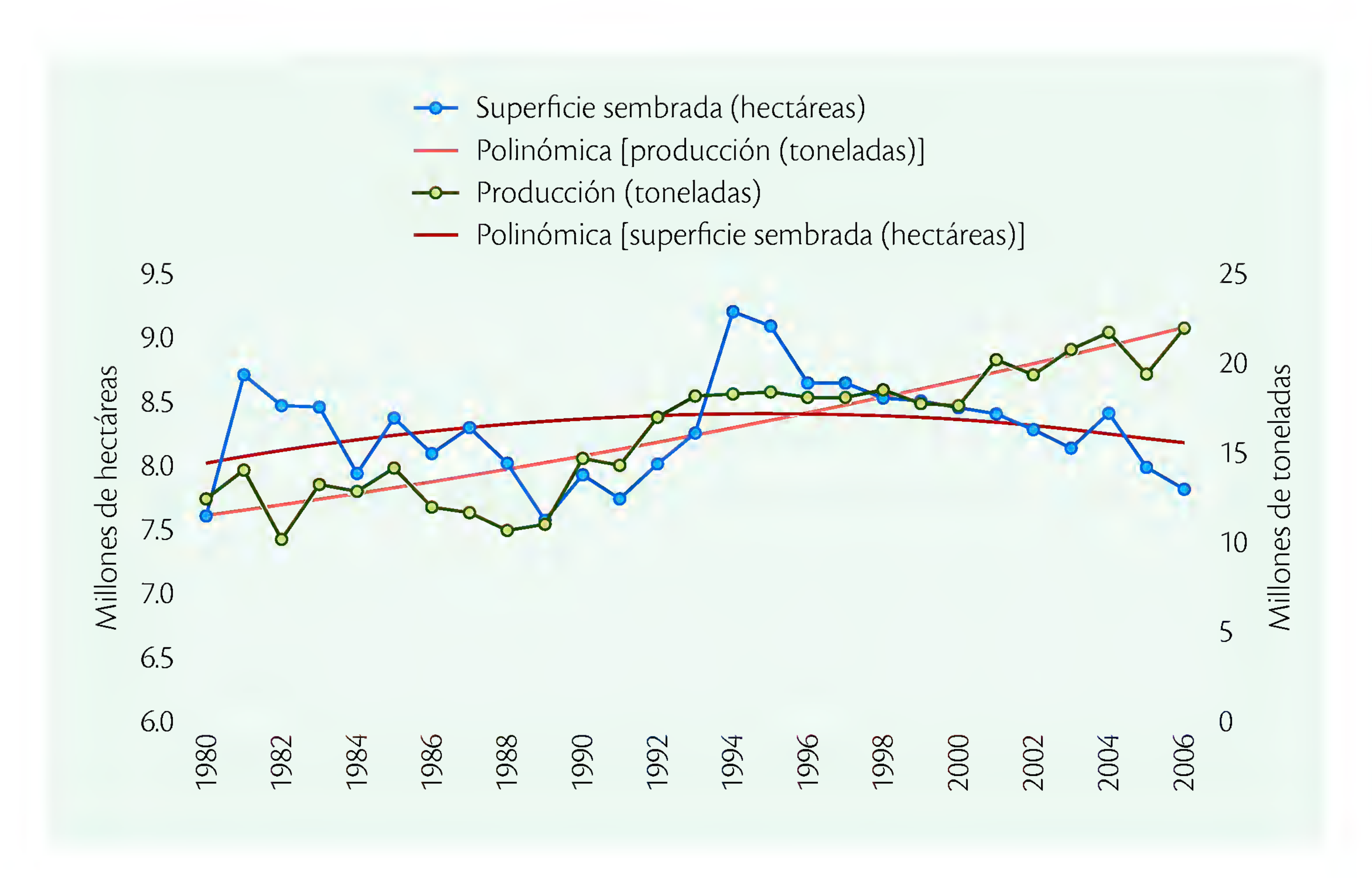


Figura 18

Tendencias temporales de la producción de alimentos en México entre 1980 y 2002. Expansión de la frontera extensiva: superficie sembrada y producción (maíz, frijol y sorgo), así como una tendencia polinómica resumen (capítulo 4, vol. II).

última década, a pesar de grandes variaciones anuales en la superficie sembrada (Fig. 18); aun así, la producción nacional de granos satisface solamente 65% de la demanda. No obstante la importancia del incremento en la producción de alimentos, el uso ineficiente de agroquímicos y la apertura de tierras en áreas no aptas para la agricultura trajeron como consecuencia una grave erosión, deforestación y contaminación de suelos y aguas.

Un reto de la mayor envergadura que encaramos es la producción de alimentos de manera sustentable en nuestro país ante la demanda futura de alimentos. Sin duda, este es un tema de seguridad nacional, pero no existen discusiones en el presente acerca de cómo aproximarnos a una agricultura sustentable que asegure la alimentación de las generaciones futuras de ciudadanos, al tiempo que no solo no afecte más a los ecosistemas naturales y sus servicios, sino que ayude a restaurarlos y reponerlos en las zonas donde han sido deteriorados seriamente para una producción agrícola del todo insatisfactoria.

Producción ganadera

Los ecosistemas transformados para la producción ganadera bovina constituyen el uso del suelo más extendido en todo el territorio y representan el principal factor asociado al cambio de uso del suelo en el país.

En 1990 se estimaba que cerca de 66% de la superficie del país estaba dedicada a la producción de carne por medio de la ganadería mayor y menor, es decir, 129.8 millones de hectáreas en el año 1990 (una estimación que data de *hace más de 15 años*, ya que no contamos con un censo agropecuario más reciente).

La ganadería mostró su crecimiento más acelerado en la década de los setenta. El proceso consistió en la transformación de tierras agrícolas en potreros, en el desmonte de tierras forestales (particularmente las selvas del trópico húmedo) para pastizales y en la expansión de la ganadería en los matorrales áridos y semiá-

ridos. En la década de los ochenta la producción animal se estancó e incluso se registraron reducciones, y no se reactivó la producción de carne y leche de bovino sino hasta la década de los noventa (Fig. 19).

No podemos dejar de insistir en que la ganadería es la etapa final, difícilmente reversible —en particular en los trópicos—, de la transformación de los ecosistemas forestales.

Pesca

Los ecosistemas marinos mexicanos han proveído entre 1.2 y 1.4 millones de toneladas de productos pesqueros anualmente durante las últimas tres décadas; 76% de esos productos son utilizados directamente para consumo humano y el resto para consumo humano indirecto; menos de 1% tiene fines industriales.

En México se reconoce la explotación pesquera de 589 especies marinas, de las cuales 318 se localizan en el Pacífico y 271 provienen del Golfo de México y del

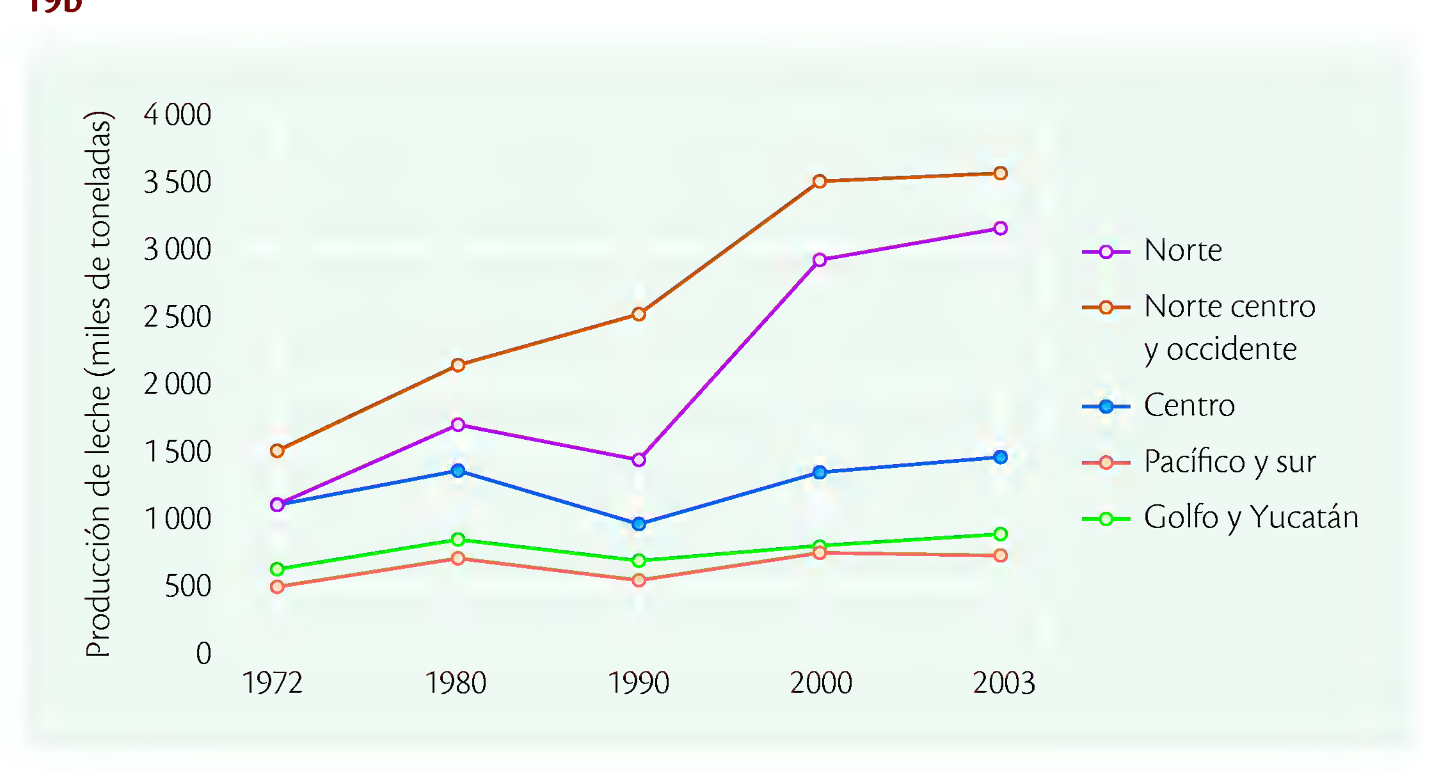
Figura 19

Tendencias temporales y espaciales de la producción de alimentos derivados de la ganadería en México. (*a*) inventarios de bovinos, (*b*) producción de leche (capítulo 4, vol. II).

19a



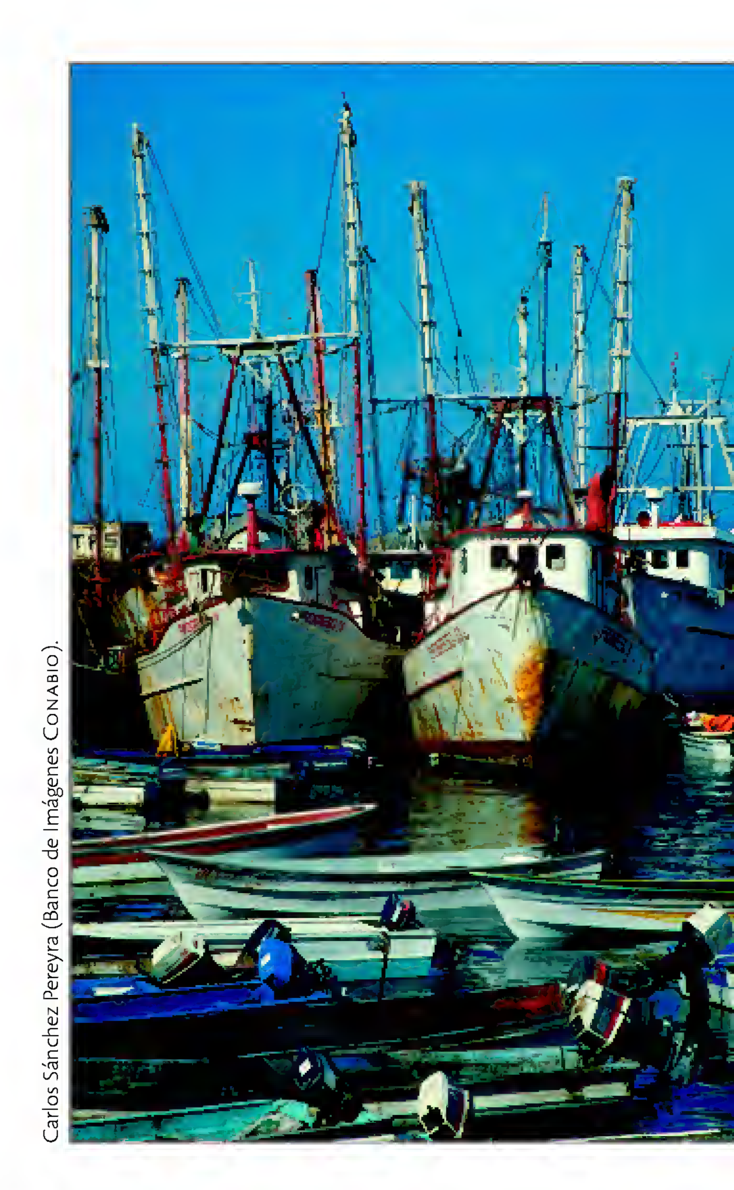
19b



Caribe, aunque las principales pesquerías se concentran en alrededor de 112 especies. Debido a que la gran mayoría de las pesquerías en nuestro país son multiespecíficas, o que algunas especies se distribuyen en varias regiones bien definidas, las 589 especies están agrupadas en 75 unidades de manejo, con 43 en el Pacífico y 32 en el Golfo de México y el Caribe (cuadro 7) (Sagarpa 2004). No obstante, en la Carta Nacional Pesquera se consigna que de 75 unidades de manejo, 45 (60%) han alcanzado su rendimiento máximo (completamente explotadas), y en 20 (26.6%) se registra sobreexplotación de los recursos pesqueros. Lo anterior significa que 86.6% de nuestras unidades pesqueras marinas ya no son susceptibles de ningún incremento de producción, y muchas de ellas requieren acciones de manejo y protección para detener su deterioro.

La pesca tiene efectos directos, indirectos (pesca incidental) y en los ecosistemas (Reynolds *et al.* 2002). La explotación directa de una especie-objetivo ha causado la mayoría de los colapsos de poblaciones de peces que se conocen. Casi todas las artes de pesca realizan una captura incidental al ser operadas. Algunos expertos afirman que las capturas pesqueras han alterado las interacciones bióticas en numerosas regiones, al haber modificado gradualmente la composición de las comunidades, originalmente con abundancia de especies de larga vida y niveles tróficos altos, hacia una predominancia de especies de vida corta y niveles tróficos bajos (Pauly *et al.* 1998). Este impacto sobre la cadena trófica causado por la pesca aumenta notablemente la probabilidad de que algunas pesquerías se colapsen (Fig. 20), por lo que en la actualidad se trata de impulsar un manejo pesquero basado en un enfoque ecosistémico y no en una sola especie (Pikitch *et al.* 2004).

En síntesis, la capacidad de los ecosistemas marinos de México de proporcionar alimentos por medio de la pesca está disminuyendo debido a la sobrepesca, al deterioro del conjunto de los ecosistemas marinos esenciales para completar el ciclo de vida de las especies de interés comercial, a la introducción de especies exóticas y, finalmente, en forma no bien conocida, debido probablemente al cambio climático. La producción per cápita de productos pesqueros también se ha reducido de manera importante. Los ejemplos más claros del colapso de las pesquerías y la desaparición de especies pesqueras en México incluyen el agotamiento de poblaciones de tortugas marinas, totoaba, abulón y mero durante las décadas de los seten-



Carlos Sánchez Pereyra (Banco de Imágenes CONABIO).

Cuadro 7 Distribución y estado de explotación de las unidades de manejo pesquero en México (capítulo 5, vol. II)

	Número			Porcentaje		
	Pacífico	**Golfo de México**	**Total**	**Pacífico**	**Golfo de México**	**Total**
Deteriorada	11	9	20	25.5	28	26.6
Aprovechada al máximo (sustentable)	26	19	45	60.5	59	60
Potencial en desarrollo	6	4	10	14	13	13.4
Total	**43**	**32**	**75**	**100**	**100**	**100**

Figura 20

Cambios en el tiempo del promedio de la talla máxima y del nivel trófico de la comunidad de peces capturada por la pesca en aguas cercanas a La Paz, Baja California Sur (Sala *et al.* 2004) (capítulo 5, vol. II).

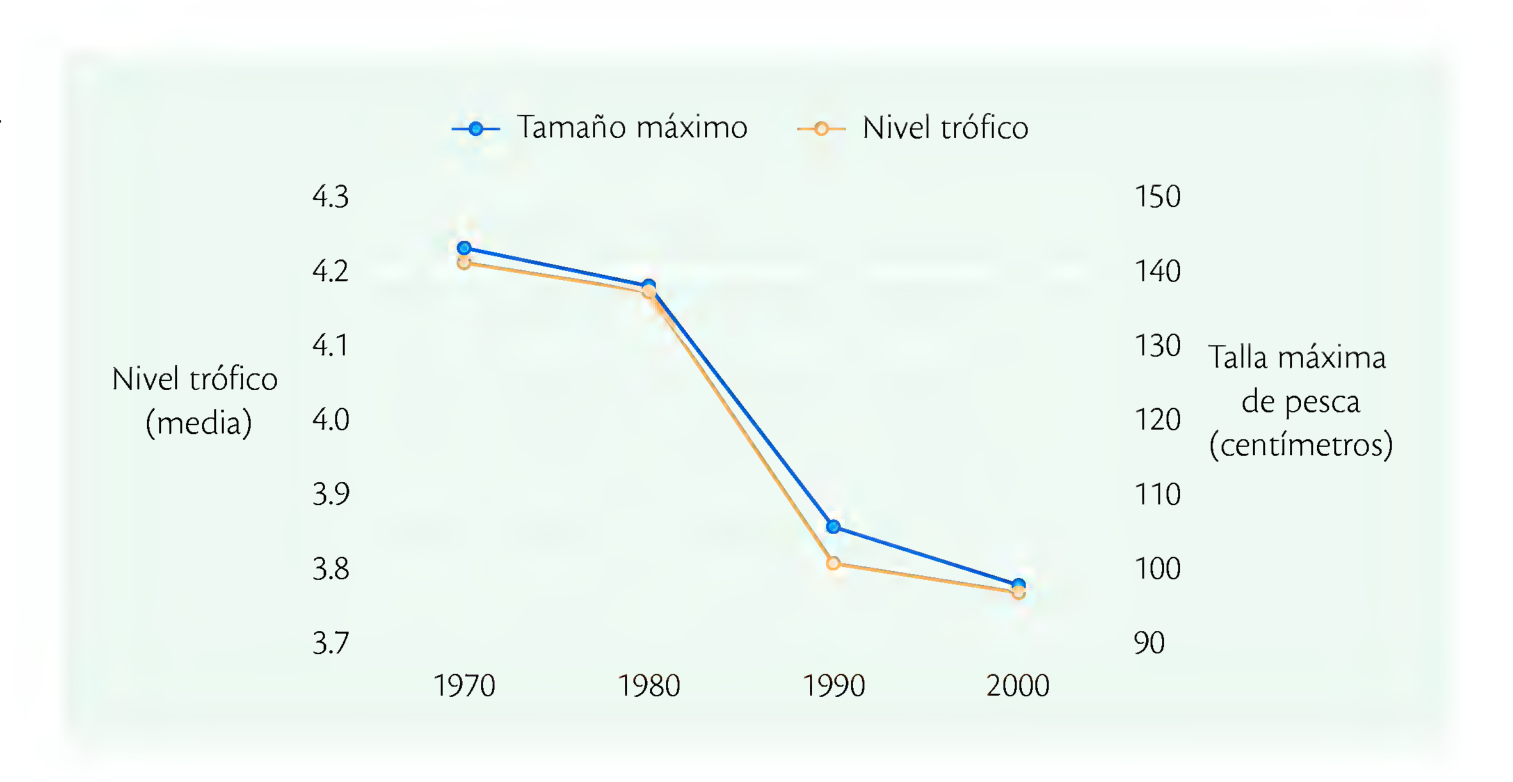


Figura 21

Tendencias temporales y espaciales de la producción de alimentos derivados de la pesca en México. Volumen de la producción pesquera en peso vivo (ton) por grupos de especies principales entre 1970 y 2003 (capítulo 4, vol. II).

Pelágicos menores
Túnidos
Sierra y peto
Lisa y lebrancha
Mero
Guachinango y pargo
Tiburón y cazón
Camarón
Pulpo
Abulón

Millones de toneladas

5
4
3
2
1
0

1970
1980
1990
2000

ta y ochenta y la de anchoveta y sardina con signos de colapso a partir de los años ochenta (Fig. 21).

La Conapesca estima que solo 14.2% de las pesquerías tiene un potencial de desarrollo, 63.3% se encuentra en sus límites de captura y 22.5% se han agotado.

Acuicultura

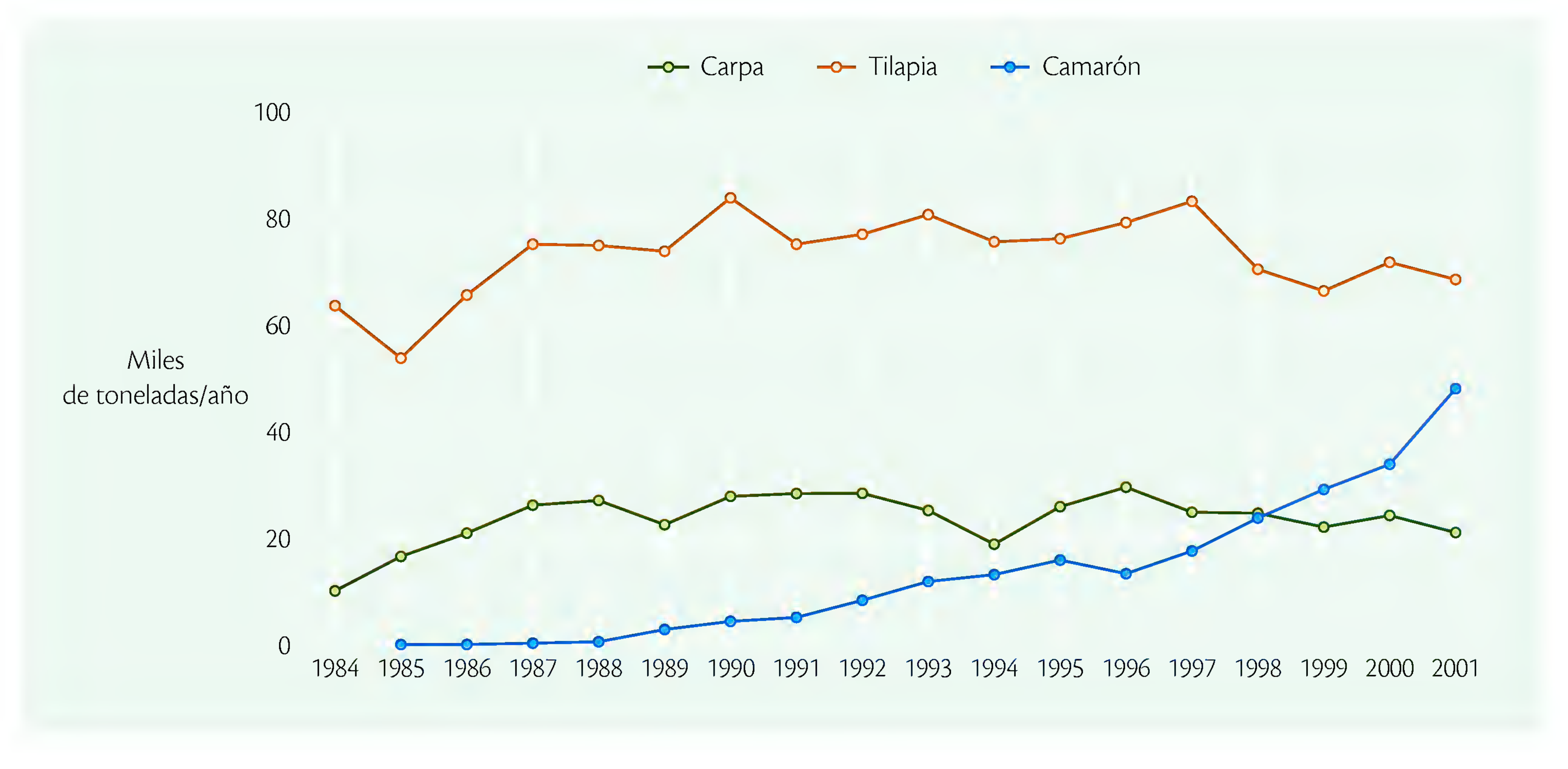
Esta actividad se distingue de la pesca porque comprende actividades de manejo para la cosecha de los alimentos, como en un cultivo; el manejo puede incluir la introducción de especies exóticas, la modificación física de ecosistemas para la cría de la especie de que se trate (como creación de estanques) y el uso de suplementos alimenticios con diversos insumos agrícolas o provenientes de la pesca y el uso de hormonas, antibióticos y otros biocidas. A pesar de la riqueza piscícola de México y de que se han identificado más de 130 especies con potencialidad de cultivo, de las cuales hay tecnología para cultivar un poco más de una docena, la acuicultura en zonas continentales del país se basa fundamentalmente en dos especies introducidas: la carpa (de China) y la tilapia (de África). Ambas han llevado a la extinción local de especies nativas, muchas de ellas endémicas.

En las lagunas costeras y manglares transformados, la especie más común es el camarón, cuya producción ha aumentado significativamente (Fig. 22) por su alto valor comercial. La oferta de alimentos que provienen de la acuicultura se ha incrementado 1.44 veces en 20 años, ya que pasó de 144 000 toneladas en 1984 a 207 700 en 2003.

El efecto de este cultivo es muy negativo para las zonas costeras por la transfor-

Figura 22

Tendencias temporales de la producción de alimentos derivados de la acuicultura en México: producción de tres tipos de organismos en el periodo 1984-2001 (capítulo 4, vol. II).



mación de los manglares, que son zonas de protección y reproducción de numerosas especies marinas, y por la contaminación por nutrientes que causa eutrofización de los cuerpos de agua y los materiales químicos usados en su producción.

Madera y recursos forestales no maderables

De la superficie con cobertura vegetal, que es de 141.8 millones de hectáreas, cerca de 66 millones corresponden a bosques y selvas, de las cuales 21.6 millones tienen potencial forestal maderable; de estas, en los últimos 15 años se han usado solamente alrededor de 8 millones de hectáreas y producido en promedio 7.53 millones de metros cúbicos anuales de madera (principalmente de pinos) (Fig. 23a), volumen insuficiente para abastecer la demanda interna, por lo que dicho déficit se cubre con productos importados y con ello se ocasiona además un déficit comercial creciente, que ascendió a 4 339 millones de dólares en 2004, lo que representó cerca de 48% del déficit de la balanza comercial de México.

No solo no estamos utilizando ni la mitad del potencial forestal maderable, sino que estamos perdiendo los árboles, sin aprovechar ese potencial debido a las altas tasas de deforestación que ocasiona el cambio de uso del suelo. Más aun, en las áreas que se deforestan para destinarlas a fines agropecuarios ni siquiera se utiliza la madera de los árboles talados al desforestar.

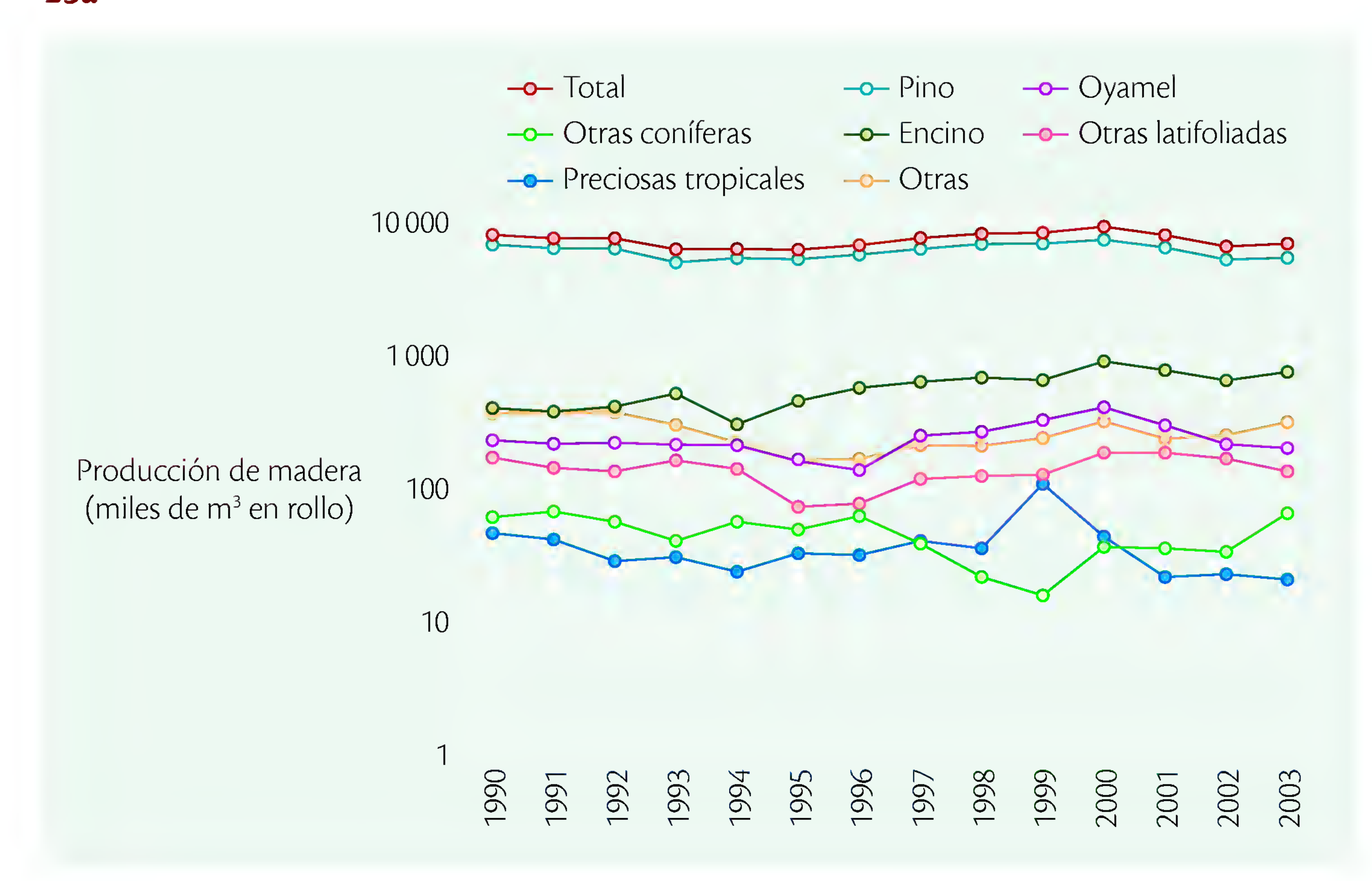
Se estima que el volumen de extracción ilícita de madera industrial es de alrededor de 13 millones de metros cúbicos al año.

Por otro lado, México ocupa el primer lugar del mundo en el manejo comunitario de bosques certificados como sustentables, tanto en zonas templadas como tropicales. Contamos con una superficie certificada de 849 000 hectáreas y una producción, certificada también, de 1.23 millones de metros cúbicos de madera, que equivalen a 10% de la superficie forestal maderable y a 15% de la producción maderable del país, respectivamente. Este es un modelo de manejo racional de recursos con beneficios económicos y sociales innegables que indudablemente debiera ser estimulado en México, adaptándolo a las diferentes circunstancias ecológicas, sociales y organizativas de las comunidades dueñas de los bosques.

Por otra parte, el potencial de producción de bienes forestales no maderables es considerable (Fig. 23b). Se estima que México alberga entre 3 000 y 6 000 especies medicinales, de las cuales depende la salud de un porcentaje importante de la población, principalmente la de menores recursos económicos. Se utilizan cientos de productos no maderables (hojas, frutos, semillas, cortezas, gomas, ceras, fibras, colorantes, entre otros), obtenidos de entre 5 000 a 7 000 especies distribuidas en los diferentes ecosistemas del territorio nacional.

Los ecosistemas mexicanos proveen combustibles —fundamentalmente en forma de leña— para satisfacer 11% del total de la demanda energética nacional, 46% de la demanda residencial y 80% de la demanda del sector rural. El volumen de biomasa vegetal utilizada como combustible es de 3 a 4 veces superior al volumen de extracción de la madera comercial y representa alrededor de 19 millones de toneladas (en base húmeda). Se estima que alrededor de 5 millones de hogares cocinan con leña.

23a



23b

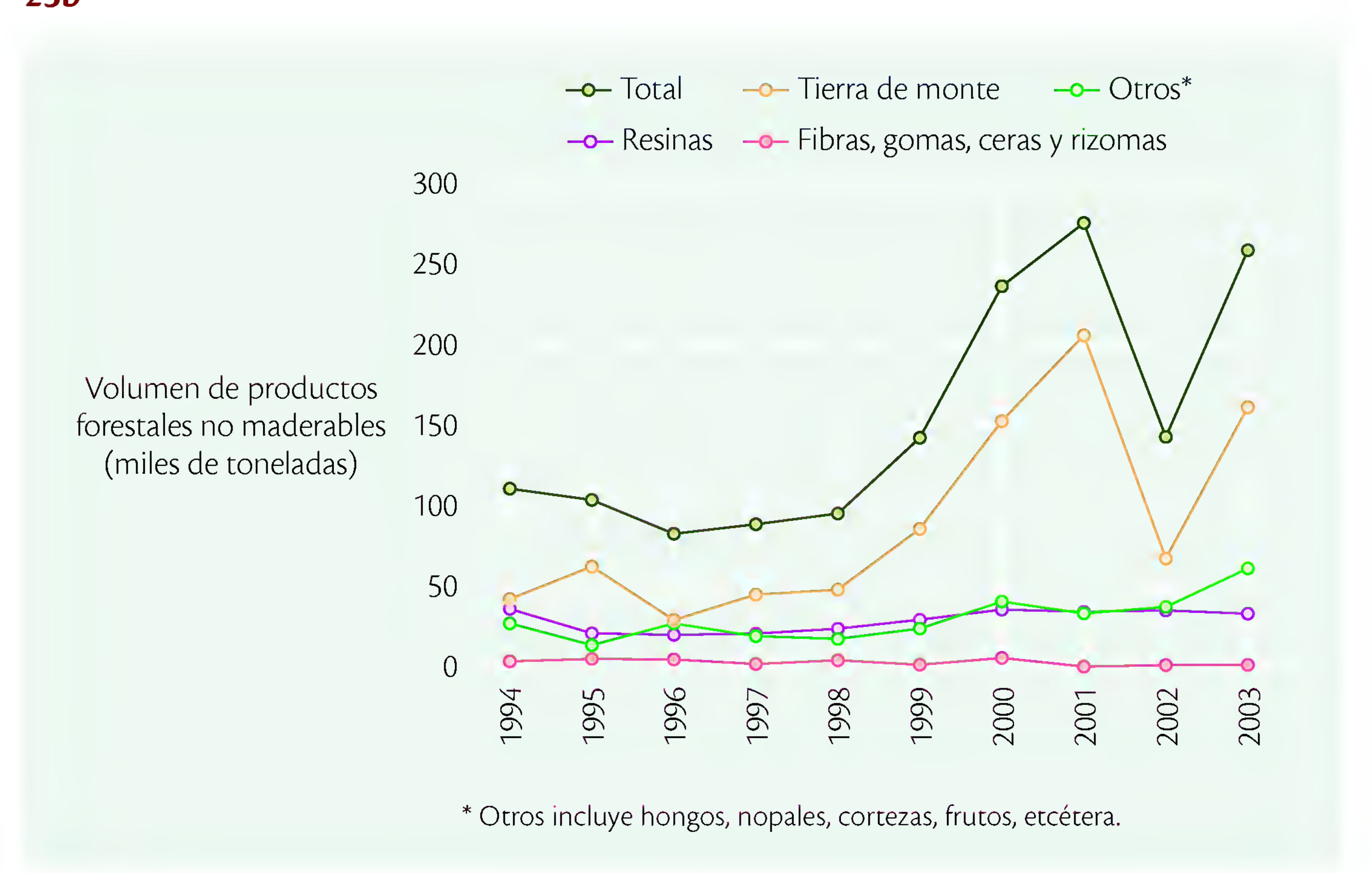


Figura 23

Tendencias temporales de la producción de madera en México: (*a*) producción de madera en rollo 1990-2003 por tipos de árboles; (*b*) tendencias temporales en los patrones de provisión de productos diversos entre 1994 y 2003: producción de productos forestales no maderables (capítulo 4, vol. II).

Las actividades agrícolas, ganaderas, forestales, pesqueras y de recolección pueden llevarse a cabo en el contexto de esquemas de manejo que incorporen un gran número de especies, que estén asociados al mantenimiento de múltiples servicios y que minimicen los impactos negativos sobre los ecosistemas. Este objetivo debería ir de la mano con el mantenimiento respetuoso del bagaje cultural de los grupos indígenas y rurales de México, del conocimiento que tienen acerca del capital natural que poseen, de manera que permitan una relación más rica, digna y sustentable entre esas poblaciones y sus ecosistemas.

Agua

El agua y la biodiversidad tienen una estrecha y compleja relación. Baste mencionar la importancia de los servicios ambientales que nos brindan la vegetación y los ecosistemas acuáticos. El agua no es solo para uso de la humanidad: es el flujo sanguíneo de la biosfera y por lo tanto es crucial para que los ecosistemas puedan bridar a la humanidad una gran variedad de servicios.

La disponibilidad promedio de agua en México es de 4 841 m^3 por habitante por año (CNA 2002). Sin embargo, su distribución espacial es muy desigual, pues hay una alta disponibilidad en regiones como la frontera sur y Golfo-Centro (con 24 549 y 10 574 m^3 por habitante por año, respectivamente), mientras que en las regiones Río Bravo y Península de Baja California esa cifra es de alrededor de 1 350 m^3 y en el Valle de México de tan solo 188 m^3, lo que está muy por debajo del umbral de escasez, que es de 1 700 m^3 por habitante por año. Además, de los 653 acuíferos del país, 104 presentan sobreexplotación.

Las demandas de agua previstas para 2025 indican que 55% del territorio nacional presentará niveles muy altos de requerimientos (Fig. 24), siendo las zonas de mayor demanda, en orden decreciente, el Valle de México, la Península de Baja California, el noroeste del país y la cuenca del Río Bravo.

Los indicadores generales de calidad del agua muestran que 73% de los cuerpos de agua del país están contaminados, ya que 80% de las descargas de centros urbanos y 85% de las descargas industriales se vierten directamente en ellos sin tratamiento previo. El uso de aguas residuales no tratadas para riego agrícola es una práctica común en unas 180 000 hectáreas, lo que coloca a México en el primer lugar en el mundo en cuanto a riego con aguas residuales sin tratamiento. La capacidad de dilución, degradación y dispersión de los contaminantes en los sistemas acuáticos del país se ha alterado seriamente por la construcción de aproximadamente 4 000 presas y otras obras hidráulicas que han fragmentado los sistemas acuáticos y modificado las condiciones fisicoquímicas del agua. La afectación del servicio de provisión de agua tiene efectos negativos sobre otros tipos de servicios como los relacionados con entretenimiento y recreo. Por ejemplo, algunos sitios se ven afectados por la contaminación bacteriológica de playas; los puertos de Acapulco, Manzanillo y Veracruz son algunos de los más afectados.

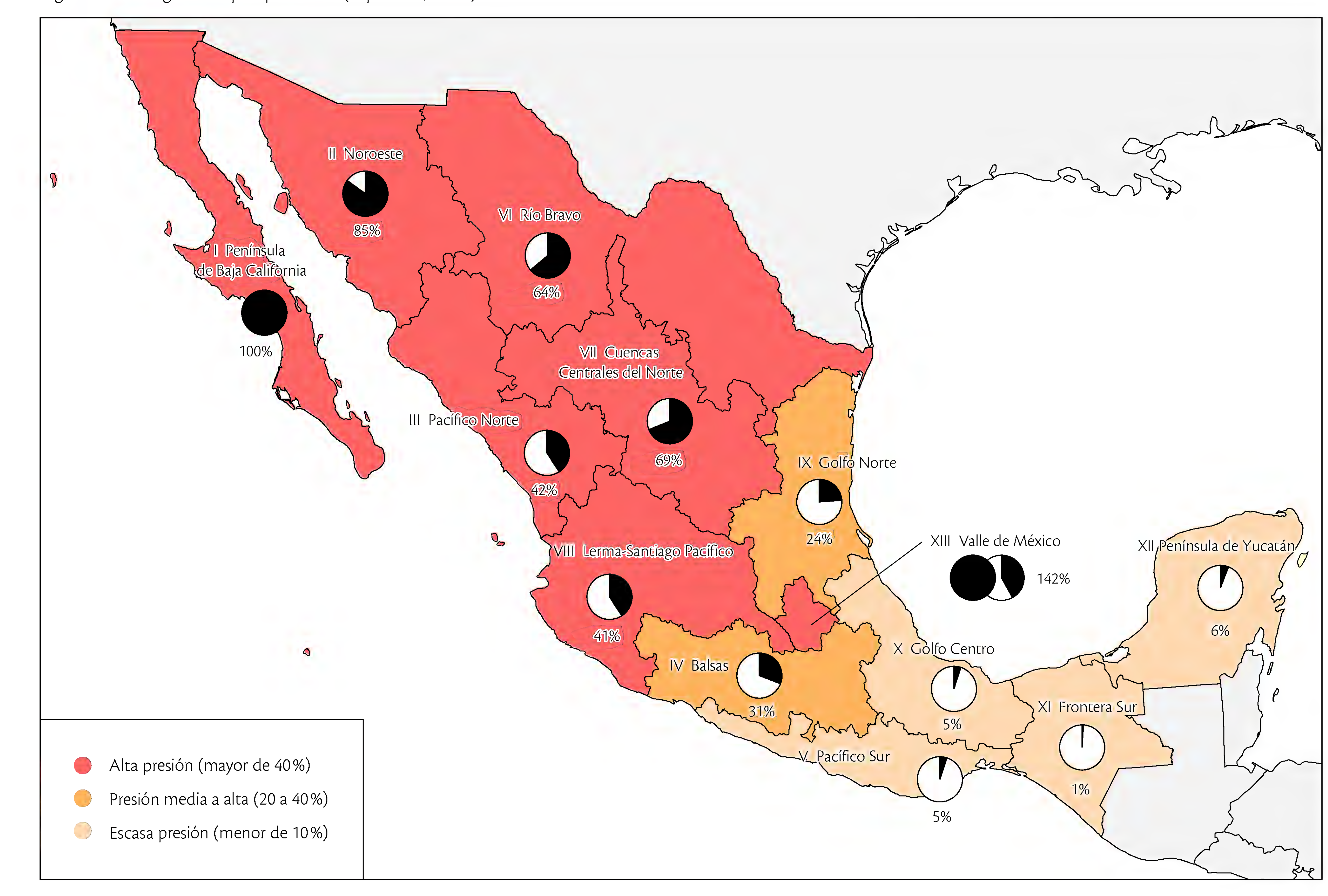
Los servicios de regulación

Estos servicios comprenden procesos como la regulación del ciclo hidrológico, del clima y de la erosión; la polinización de plantas de interés para la sociedad (incluyendo cultivos, plantas de ornato, medicinales), y el control biológico de plagas y de vectores de enfermedades (véase el capítulo 4 del volumen II).

Aunque no resulta fácil establecer el estado de los servicios de regulación por la escasa y fragmentaria información, por la ausencia de programas de monitoreo de dichos servicios y por nuestra carencia de una cultura de valoración de los mismos, las tendencias que se reconocieron en los estudios analizados indican la existencia de francos procesos de deterioro.

Figura 24

Patrones espaciales de la provisión de agua en México: cantidad y calidad. Proyecciones del grado de presión hídrica en distintas regiones hidrológicas del país para 2025 (capítulo 4, vol. II).



Los costos de reponer los servicios de regulación perdidos por la destrucción o alteración severa de los ecosistemas son difíciles de cuantificar. No obstante, algunas cifras sugieren los posibles niveles de dichos costos. Por ejemplo, el control de las enfermedades producidas por un número selecto de plagas de cultivos (algunas de ellas introducidas), de las cuales hay alguna información, fue, en los últimos 10 años, de más de 1 200 millones de pesos (véase el capítulo 4 del volumen II). El consumo total estimado de plaguicidas durante 2002 fue de casi 24 500 toneladas. No existe información alguna para la estimación de los costos de los efectos ambientales asociados al uso de plaguicidas.

Polinización

Casi 90% de las 130 especies cultivadas en México depende de polinizadores para su producción. Un 90% de las especies de abejas silvestres del país (1 589) son recolectoras de polen, por lo que deben desempeñar un importante papel en la polinización de cultivos. Las flores del aguacate son visitadas por no menos de 70 especies de insectos para obtener néctar.

La FAO (2005) calcula que, a escala mundial, el valor que representan los polinizadores en las cosechas podría ascender a 200 000 millones de dólares anuales. En México no se cuenta con valuaciones al respecto, aceptablemente aproximadas; se sabe que el valor anual de la cosecha de cultivos que requieren polinización por vectores animales es de 63 000 millones de pesos, mientras que el valor de los cultivos que no requieren polinizadores es de 35 000 millones de pesos.

Control de vectores de enfermedades

En el caso de los vectores de enfermedades se ha acumulado información a escala mundial que sugiere que a mayor número de animales silvestres, la probabilidad de transmisión de enfermedades a los humanos disminuye (véase el capítulo 4 del volumen II). La importancia de estos estudios que relacionan la biodiversidad con las probabilidades de brotes y transmisión de enfermedades es de interés especial en programas de salud pública, pero este es un aspecto que hasta ahora ha sido pobremente investigado en México.

Control de la erosión

Los suelos son la matriz básica que sostiene a todos los ecosistemas terrestres. Desempeña además papeles cruciales en ayudar a la infiltración de agua y en la captación de carbono. Por ejemplo, se estima que el carbono almacenado en el primer metro de profundidad del suelo es 1.5 veces mayor que el que existe en la biomasa vegetal aérea, es decir troncos, ramas, hojas, flores, frutos, por lo que constituye el almacén más importante de carbono en los bosques templados. Ese almacenamiento, además de la fertilidad natural edáfica, se pierde con la erosión cuando se desmontan bosques y selvas.

No contamos con datos completos y comparables a escala nacional sobre el es-

tado de la erosión del suelo en México. La información disponible para el año 2005 consigna un total de 88.1 millones de hectáreas con algún tipo de degradación, cifra equivalente a 45.2% del territorio nacional. Las zonas áridas son el tipo de vegetación más afectada por la degradación de los suelos, así como las áreas destinadas a la agricultura de temporal. La salud de los ecosistemas terrestres y de su respectiva biodiversidad depende estrechamente de la salud del suelo.

Servicios culturales

Los extensos conocimientos que sobre el capital natural del territorio alcanzaron las antiguas culturas de nuestro país, desde hace milenios y por medio de complejos procesos de interacción naturaleza-sociedad, están siendo mermados por situaciones de pobreza extrema y de migraciones masivas de las comunidades rurales e indígenas, debido a la desintegración de sus organizaciones comunitarias, que tiene su origen en políticas de desarrollo agrícola, económico y comercial erróneas. En términos generales, la tendencia a abandonar el campo va aparejada de la pérdida del conocimiento de nuestro entorno natural, de costumbres de manejo y utilización de recursos y de la erosión de las estructuras sociales internas de los grupos rurales e indígenas. Todo ello conlleva la pérdida de la sabiduría tradicional importante para lograr la sustentabilidad y la conservación de los recursos naturales. Diversos estudios muestran cómo la transformación masiva de los ecosistemas ha ocasionado la pérdida del conocimiento tradicional.

Estos servicios tienen un gran potencial para ser la base de un programa de ecoturismo nacional, bien planeado; se requiere una visión integradora, capacitación en las localidades y un marco jurídico apropiado, entre otros aspectos. Se requiere además conocimiento del tipo de servicios que los usuarios desean obtener en los distintos lugares y la disposición a pagar por dichos servicios.

26 *La extracción ilegal de especies, que favorece el beneficio individual o de pequeños grupos sobre el interés público, ha tenido una influencia muy negativa sobre el capital natural del país. Esto contrasta con el uso local tradicional de estos recursos que, en general, descansa en bases racionales de conservación.*

La extracción ilegal e irracional de especies de los ecosistemas representa el segundo factor de más impacto sobre la biodiversidad, pero, dependiendo de circunstancias locales, puede ser el más deteriorante.

La mayor parte de la información disponible se refiere a estudios puntuales y locales, que dificultan hacer una evaluación adecuada de este problema a escala nacional. Hay una seria carencia de datos estadísticos confiables acerca de lo que fundamentalmente es una actividad fuera de la ley, como el tráfico ilegal de especies.

La extracción ilícita de plantas y animales sigue mostrando una marcada tendencia creciente, que en su año pico se aproximó a los 330 000 especímenes, particularmente de plantas, las cuales representaron entre 60 y 70 por ciento de ese

comercio. Muchas de las especies están en la NOM-059-SEMARNAT-2001 y en las listas de CITES que prohíben su tráfico, nacional o internacional. No obstante, hay que reconocer que aunque aumente el número de especímenes asegurados, esto no forzosamente significa que el tráfico ilegal esté creciendo: bien puede ser que los operativos sean ahora más eficientes.

El caso más notable de explotación ilícita, y que fue discutido en párrafos anteriores, es el de la madera: con datos poco confiables por su variabilidad, se estima que entre 2001 y 2005 se decomisaron entre 20 000 y 120 000 m^3 de madera (véase el capítulo 5 del volumen II).

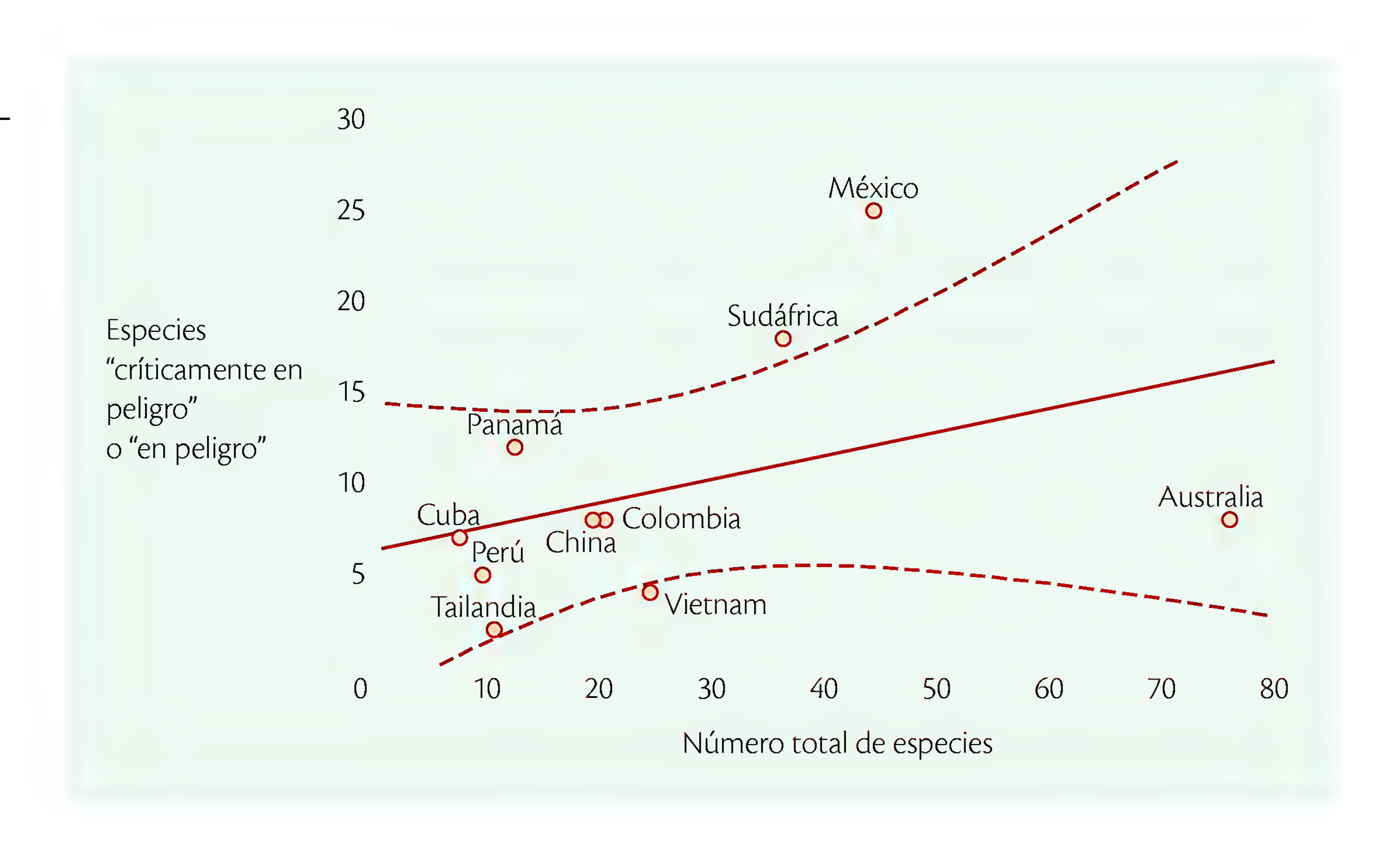
La figura 25 demuestra que nuestra capacidad de control de estos tráficos ilegales es del todo insuficiente, incluso si comparamos nuestro país con otros de gran diversidad biológica como Australia o Sudáfrica. Esta figura hace evidente que el nivel de riesgo en el que se encuentran las especies, como estimador del tráfico que se hace con ellas, está muy por arriba del que se esperaría para nuestro país, dada su riqueza de, por ejemplo, especies de cicadáceas, familia de plantas especialmente apreciada por su valor ornamental y de las cuales un alto porcentaje son endémicas de México.

Aunque en México la recolecta y venta de orquídeas silvestres no está permitida, la extracción para venta local e internacional es uno de los mayores problemas para la conservación de las especies de este grupo. Se estima que el tráfico ilegal de estas plantas en el periodo 1993-1996 fue de entre 9 y 12 millones de ejemplares, mientras que el comercio legal (por cultivo en invernaderos) alcanzó solo 152 000 plantas.

La caza representa en la actualidad una actividad importante para los grupos rurales del país. Varios estudios reportan intensidades de cacería que, en términos de biomasa de carne, representan insumos importantes de proteína animal para los pobladores que se asemejan a las cantidades promedio diarias de carne de bovino per cápita del país.

Figura 25

Relación entre la riqueza de especies de cicadáceas y el número de ellas seriamente amenazadas en varios países según la UICN (capítulo 5, vol. II).



El tráfico internacional de especies silvestres es un negocio que representa varios miles de millones de dólares al año, y México es un actor importante en este comercio ilegal, como proveedor y como demandante. Aunque hay un número importante de aseguramientos por parte de la Profepa, se estima que estos representan alrededor de 2% del tráfico ilegal de psitácidos (pericos), de los cuales 75% mueren antes de llegar al comprador final. A pesar de que existen regulaciones y estímulos para la extracción sustentable de especies (Sistema de Unidades para el Manejo de la Vida Silvestre, SUMA), al menos 16 uniones de recolectores de aves canoras y de ornato no operan bajo este esquema, sino en un estatus de "uso de subsistencia" a todas luces inaplicable a este tipo de aves y operan sin planes de manejo ni evaluaciones del estado de las poblaciones de aves sujetas a extracción.

La variabilidad de los datos sobre tráfico ilegal de especies animales silvestres sugiere que los mecanismos de recolección de información son poco eficientes y confiables, como ocurre con todas las actividades extralegales. En el periodo 2001-2005 la Profepa (2006) reporta cifras muy variables que oscilan entre 50 000 y 100 000, con un máximo superior a 200 000 especímenes en 2002.

Se sabe que, a escala mundial, muchas de las poblaciones de peces están sobreexplotadas y los ecosistemas que las sostienen han sido degradados (FAO 2002). Actualmente se ha incrementado el reconocimiento de que las consecuencias de la pesca en gran escala incluyen diversos efectos colaterales como la destrucción del hábitat, la muerte incidental de especies no objetivo, los cambios en la demografía de poblaciones, y los cambios en la función y estructura de los ecosistemas (Pikitch *et al.* 2004), además de la sobreinversión, el esfuerzo de pesca excesivo y la contaminación multifocal (Arenas y Jiménez 2004). Según datos de Myers y Worm (2003) la abundancia de las especies de peces de altos niveles tróficos, es decir, ubicados en la parte superior de la cadena alimentaria, se encuentra disminuida en más de 90% y la explotación representa más de 30% de la producción total marina (Dulvy *et al.* 2003).

27 *Las especies invasoras, es decir, aquellas que son introducidas más allá de su área natural de distribución, modifican los ecosistemas a los que llegan, afectan a las especies nativas y provocan daños ambientales y económicos severos. Son una de las causas más importantes de pérdida de la biodiversidad.*

Los efectos de las especies invasoras sobre nuestros ecosistemas y especies están documentados de manera incipiente, lo que dificulta la estimación de su impacto económico. Para aquellas que se consideran plagas cuarentenarias se tienen diversas medidas de control. Sin embargo, las especies no reconocen fronteras entre un sistema productivo y un ecosistema natural, por lo que en especial para las especies de la biota silvestre el Programa de Especies Invasoras establecido por la Conabio representa una base de datos nacional sobre las especies exóticas con potencial invasivo, tanto para aquellas que ya se establecieron en nuestro territorio como las que aún no se establecen y representan un riesgo para nuestro país. Este

sistema debe servir de base para llevar a cabo programas de monitoreo de las especies de mayor riesgo. Se han registrado actualmente 665 especies de plantas exóticas (cuadro 8); de estas, 23 se consideran como de interés prioritario por crecer en ambientes naturales, tener un historial de ser nocivas en otros países y porque son susceptibles de control y erradicación. Se debe tener en cuenta que la prevención resulta menos costosa en muchos órdenes de magnitud, en comparación con los programas de control y erradicación.

Entre las especies de invertebrados que mayores peligros representan se encuentra la palomilla del nopal (*Cactoblastis cactorum*), acerca de la cual la Conabio hizo un análisis para definir las zonas de mayor riesgo y entrada potencial al país en 2001. De esta palomilla, que se detectó en 2006 en Isla Mujeres, Q. Roo, fue declarada su erradicación en 2008, gracias a la acción temprana de la Sagarpa en coordinación con la Semarnat. Sin embargo, sigue siendo una amenaza de destrucción de la mayoría de los nopales, que son especies ecológicamente dominantes de las comunidades vegetales de zonas semiáridas del altiplano.

Cuadro 8 Número de especies registradas en el sistema de información sobre especies invasoras del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (snib) por potencial invasivo y estado de invasión (Conabio 2008b), y número total de especies exóticas registradas en México (capítulo 6, vol. II)

Grupo	Ambiente	Rutas de introducción*	Especies por estado de invasión: No establecida	Se requiere confirmar	Establecida	Especies en el snib	Especies exóticas registradas
Algas	Marino y salobre	T, C, N	23	4	18	45	
Plantas	Terrestre y dulceacuícola	C, H, N, D	—	—	132	132	665
Moluscos	Dulceacuícola, salobre, marino, terrestre	T, C, D	3	1	9	13	
Crustáceos	Dulceacuícola, salobre, marino, terrestre	C, H, T, D	10	7	17	34	
Insectos	Terrestre	T, C, H, N, D	5	—	7	12	
Otros invertebrados	Dulceacuícola, salobre, marino	T, C, D	7	10	13	30	
Peces	Dulceacuícola, marino	T, C, H, D	—	4	57	61	
Anfibios	Dulceacuícola-terrestre	C, T, D	—	—	3	3	2
Reptiles	Dulceacuícola, terrestre	C, H, D	—	—	6	6	8
Aves	Terrestre	T, C, N, H	1	—	6	7	30
Mamíferos	Terrestre	T, C, H, N, D	—	—	15	15	16
Total						**358**	

* T: transporte de bienes y personas; C: comercio de organismos vivos; H: otras actividades humanas; N: fenómenos naturales; D: origen desconocido.

Algunos vertebrados, como perros, gatos, cabras y ratones, representan amenazas serias especialmente en las islas, en donde han llevado casi a la extinción a varias especies de aves endémicas. Es necesario crear instrumentos oficiales de gestión y fomentar la cultura de la prevención para proteger efectivamente el sistema insular mexicano de la constante introducción de especies exóticas que representan una seria amenaza para la biodiversidad de estos ecosistemas.

El caso de los ecosistemas de agua dulce es impresionante; los lagos y los ríos son particularmente vulnerables a la introducción de especies exóticas. Estos ecosistemas albergan un elevado número de especies endémicas. La NOM-059-SEMARNAT-2001 enlista 169 especies de estos ecosistemas, de las cuales ocho se consideran extintas, 68 en peligro de extinción y 74 amenazadas. Esto se traduce en que 31% de las especies nativas de los ecosistemas de agua dulce —la mayoría de ellas peces— han sido incluidas bajo algún grado de amenaza en dicha norma debido, entre otras causas, a la invasión de peces exóticos. En varios grupos ya se han presentado incluso extinciones derivadas de la presencia de organismos exóticos y el efecto ha ido en aumento, al punto de que actualmente están involucrados en la extirpación de especies nativas en más de 100 localidades dispersas en el país, siendo en particular notable el caso de las islas.

A pesar de señalamientos de la necesidad de implementar medidas de prevención y control, aún no existe una política nacional integral para atender las cuestiones relacionadas con especies introducidas en hábitats naturales. Las únicas acciones tienen enfoques de tipo agrícola, concentradas en plagas que afectan cultivos, ganado o especies forestales de interés económico.

28 *Los organismos genéticamente modificados que son liberados al campo así como a las cadenas productiva y de consumo humano deben ser analizados y evaluados bajo medidas de bioseguridad. Esto es de especial importancia en México, que es un importante centro de origen, de diversidad genética y de domesticación de numerosas plantas cultivadas.*

Hemos mencionado anteriormente que México no solo es un país megadiverso sino además un centro principal de origen y diversificación de plantas cultivadas, muchas de las cuales han sido adaptadas a otras regiones del mundo y han tenido un papel importante en la economía mundial.

La biotecnología moderna ha contribuido —usando técnicas que difieren de las tradicionalmente usadas en la domesticación de plantas— con la generación de nuevas variedades de organismos de interés económico, especialmente plantas cultivadas. En algunos casos los productos de esta biotecnología moderna representan ventajas pero también riesgos potenciales para la biodiversidad, la integridad de las variedades tradicionales de numerosos cultivos —como es el caso de México— y también, en ocasiones, para los aspectos socioeconómicos y culturales involucrados en el proceso de domesticación que los campesinos mexicanos han mantenido por siglos. En consecuencia, debe existir una estrecha relación entre el desarrollo y la oferta de organismos genéticamente modificados (OGM) y el análi-

sis de los riesgos si los hubiera. Esto requiere el análisis caso por caso en tres aspectos cruciales: el ambiente, la salud humana y las actividades socioeconómicas. Este análisis debe considerar asimismo el manejo del riesgo y su amplia comunicación a la sociedad que potencialmente utilizará estos productos. La figura 26 ilustra las liberaciones de OGM que ha habido en México hasta el año 2006.

La biotecnología debe desarrollarse, pero debe hacerlo de manera segura y responsable. A esto se refiere el término "bioseguridad", que implica una visión mucho más amplia de las opciones que se ofrecen para resolver los problemas de producción alimentaria o de otros tipos, así como las aplicaciones para remediación ambiental. Los productos que son liberados al campo, a la cadena productiva y a la de consumo humano deben ser monitoreados eficaz y eficientemente, de manera que se tenga plena seguridad de que los riesgos potenciales identificados han sido manejados de una manera adecuada para reducirlos a los niveles más bajos posibles (es decir, aceptables bajo criterios bien definidos).

Debe, asimismo, fomentarse la creación de capacidades humanas e institucionales, asegurando su permanencia con el fin de poder garantizar, hasta donde sea posible, el desarrollo vigoroso pero responsable y pertinente de la biotecnología en México.

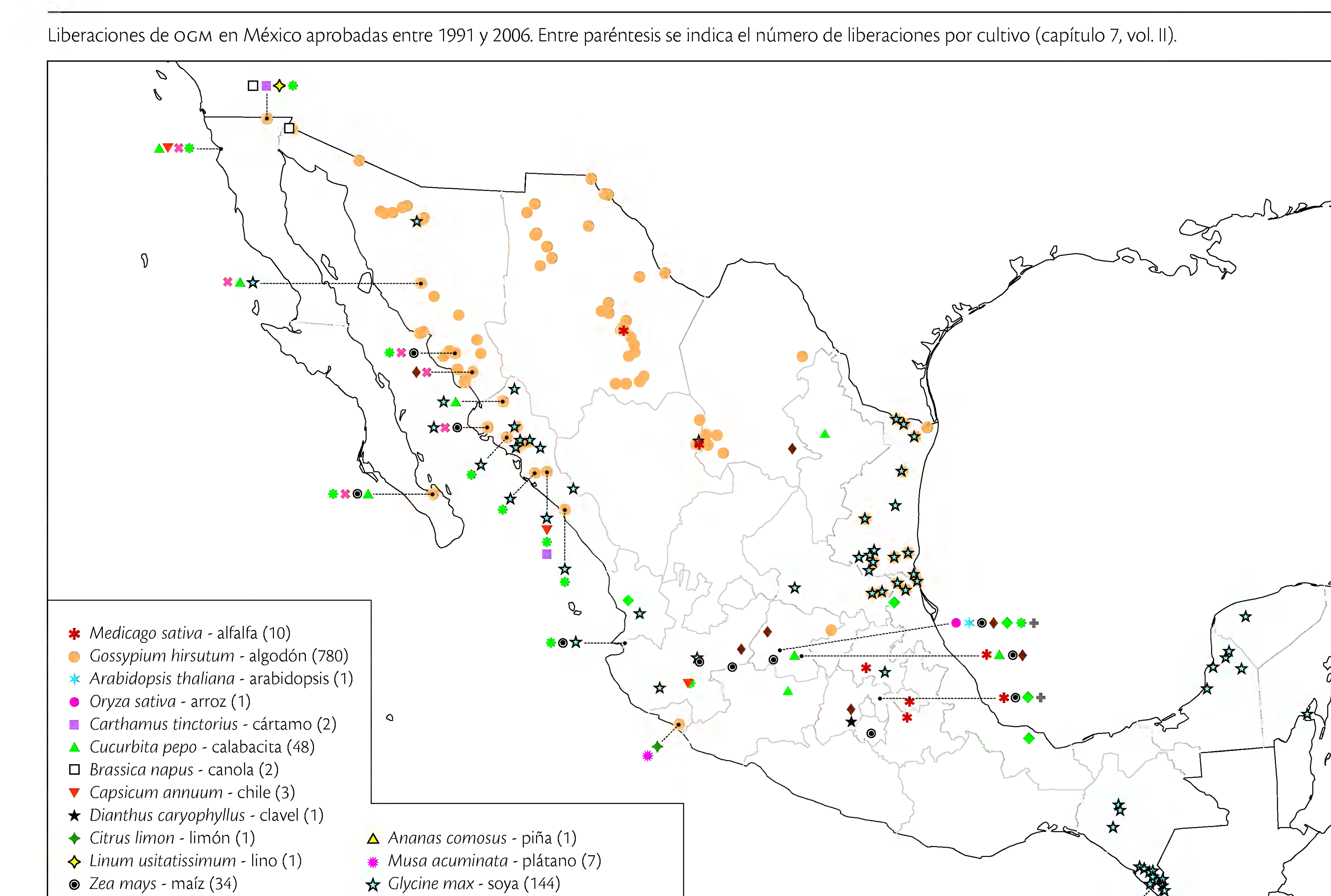
29 *La identificación de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad de un país tan diverso como el nuestro es una herramienta básica para facilitar la selección, armonización y creación de sinergias entre los diversos instrumentos complementarios requeridos para lograr conservar y usar de manera sustentable nuestro patrimonio natural.*

En 1996 la Conabio, con la participación de un amplio número de expertos de todo el país, inició un esfuerzo para identificar áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad de México. Como resultado se reconocieron 152 regiones terrestres con una cobertura territorial de 515 588 km^2, 70 regiones marinas que cubren 1 378 620 km^2 de zonas costeras y marinas, 110 regiones hidrológicas en 777 248 km^2 de las principales cuencas hidrológicas del país, así como 219 áreas de importancia para la conservación de la avifauna, con una cobertura de 309 655 km^2.

Estas regionalizaciones han servido para orientar y optimizar los esfuerzos de estudio, recolecta e investigación mediante la canalización más focalizada de los fondos de diversas instituciones, federales y privadas, que proveen recursos de apoyo a tales estudios. Sin embargo, a raíz del compromiso establecido en la séptima Conferencia de las Partes del CDB en 2004, en México se hicieron diversos análisis para identificar las áreas importantes para la conservación de la biodiversidad a una escala más fina que la utilizada para las regiones prioritarias, considerando diversas metodologías, la mayor cantidad de información actualizada, las áreas protegidas federales, estatales y municipales, y la participación de diversos especialistas de la academia, el gobierno y las organizaciones civiles. Dichos análisis mostraron que 11 de las 96 ecorregiones terrestres no están representadas en

Figura 26

Liberaciones de OGM en México aprobadas entre 1991 y 2006. Entre paréntesis se indica el número de liberaciones por cultivo (capítulo 7, vol. II).



las áreas protegidas, y que más de 55% de las ecorregiones están subrepresentadas en las áreas protegidas; que existen sesgos al proteger en mayor proporción las tierras altas (a más de 2 800 m) en comparación con el resto del país, y que los tipos de vegetación con niveles de protección más bajos se presentan en las selvas secas, el matorral espinoso tamaulipeco y los bosques de pino-encino.

Por otra parte, análisis más detallados en los que se consideraron las especies de distribución restringida, endémicas y amenazadas, así como los sitios con mayor concentración de riqueza de especies y con vegetación en condición primaria, muestran que 16.4% de la extensión territorial continental corresponde a zonas únicas, de alta prioridad, resultante del elevado nivel de endemismo de la biota de México (Fig. 27a). Sin embargo, solo 15.93% de su superficie cuenta con decreto de protección (ya sea federal, estatal o municipal). En los ambientes marinos se identificaron 105 sitios prioritarios en las costas, océanos e islas (Fig. 27b). Solo 18.33% de la superficie de estos sitios prioritarios está decretada como área protegida, por lo que es fundamental consolidar esfuerzos para conservar y manejar de forma sustentable estos sitios de alta prioridad. Por primera vez se identificaron y documentaron 29 sitios de mar profundo que prácticamente no tienen protección y cuya identificación es fundamental para dirigir esfuerzos de conservación en estas zonas, que son únicas por la biota que albergan, por lo especial de sus condiciones ecológicas, porque representan ecosistemas muy poco estudiados, y porque se encuentran muy desprotegidas a escala global y nacional.

Es trascendental en el futuro inmediato desarrollar estrategias ecorregionales y particulares adecuadas para lograr una planeación integral y considerar que hay opciones diferentes para la conservación, tales como las áreas protegidas, las UMA, las servidumbres de pagos de servicios ambientales y el papel de empresas que llevan a cabo acciones para la conservación; además, considerar la conectividad de estas áreas es un elemento clave en la planeación de todos los sistemas de áreas protegidas, la cual puede procurarse mediante corredores biológicos, en especial ante los escenarios de cambio climático, uso y degradación del suelo.

El horizonte de las acciones de conservación deberá considerar la conservación y el uso sustentable de los recursos con enfoques tierra-mar, con una perspectiva integral de paisajes en los que las áreas marinas y terrestres protegidas (bajo distintos esquemas) conformen una red que permita la conectividad funcional de los ecosistemas.

Paralelamente, deberán considerarse las capacidades en recursos humanos, infraestructura y financieros con los que México cuenta, y para que las estrategias sean exitosas será crucial que se fortalezca la corresponsabilidad entre todos los niveles del gobierno y la sociedad civil, que se promueva una serie de condiciones favorables que contribuyan a conservar la biodiversidad nacional con base en las prioridades definidas por este estudio del capital natural, incluyendo el impulso de una nueva actitud de la sociedad y los sectores productivos hacia la biodiversidad, la adopción amplia de una cultura ambiental y un cambio en los actuales patrones de consumo de los mexicanos.

Figura 27a

Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre (capítulo 16, vol. II).

Figura 27b

Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad marina (capítulo 16, vol. II).

Zona económica exclusiva
Sitios costeros y de margen continental prioritarios para la conservación
Sitios de mar profundo prioritarios para la conservación
Áreas naturales protegidas federales
Cuerpos insulares

30 *La identificación de las especies más amenazadas o de especial importancia ecológica y los sitios para su protección debe empezar a considerarse como un criterio adicional de conservación con mayor efectividad en el uso de tiempo y recursos económicos limitados.*

Debido a la gran diversidad biológica, con la extraordinaria variabilidad topográfica y ecológica de México resulta necesario y conveniente desde el punto de vista de asignación de recursos, tiempo y capital humano definir a cuáles especies y en qué regiones deben dedicarse, de manera prioritaria, los esfuerzos de conservación. Estas zonas críticas son áreas relativamente menores y bien identificadas que las que corresponden a las ANP y representan el ámbito hogareño de poblaciones de las especies seleccionadas, en las cuales se presentan amenazas de conservación por actividades antropogénicas. Un poco más de la mitad (57%) de estas áreas críticas para la conservación caen en zonas ya decretadas como ANP. El resto requiere acciones para su protección, que de acuerdo con la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) deberían ser consideradas como *Sitios con cero extinciones*. Nuestro país posee el mayor número de estos sitios definidos por la AZE (*www.zeroextinction.org*), seguido de Colombia, Brasil, Indonesia y China (Fig. 28).

Un grupo adicional de organismos que requieren atención especial son las especies migratorias y aquellas que poseen poblaciones transfronterizas, tanto por las implicaciones de colaboración internacional como por las repercusiones biológicas y de salud pública por la posible transmisión de patógenos, etc. De nueva cuenta, la ubicación geográfica de nuestro país explica la existencia de un alto número de estas especies. La extensión de las migraciones que ocurren en el territorio mexicano oscila entre unos pocos cientos de kilómetros hasta más de 10 000 km, con especies que están presentes en México como territorio de paso (véase el capítulo 11 del volumen II).

31 *La principal estrategia de política ambiental para promover la conservación de los ecosistemas y sus servicios ha sido el establecimiento de un sistema de áreas naturales protegidas. Este sistema, sin embargo, requiere mejor planeación y mayor protección a futuro.*

Aunque paradójicamente las áreas naturales protegidas no están contempladas como un instrumento de política ambiental por la LGEEPA, constituyen el instrumento de dicha política más consolidado de México para la conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales que los ecosistemas proporcionan a la sociedad.

En conjunto, las ANP de México (federales, estatales y municipales) abarcan 9.85% del territorio terrestre nacional, 22.7% del mar territorial, 12% de la plataforma continental y 1.5% de la zona económica exclusiva (cuadro 9, Fig. 29).

La conservación efectiva de la diversidad biológica mexicana solo podrá darse, con contadas excepciones, en el contexto de lograr un uso sustentable del capital natural por parte de las poblaciones que han habitado los territorios bajo protección durante generaciones.

Figura 28

Sitios críticos para la conservación de mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces dulceacuícolas de distribución restringida (capítulo 14, vol. II).

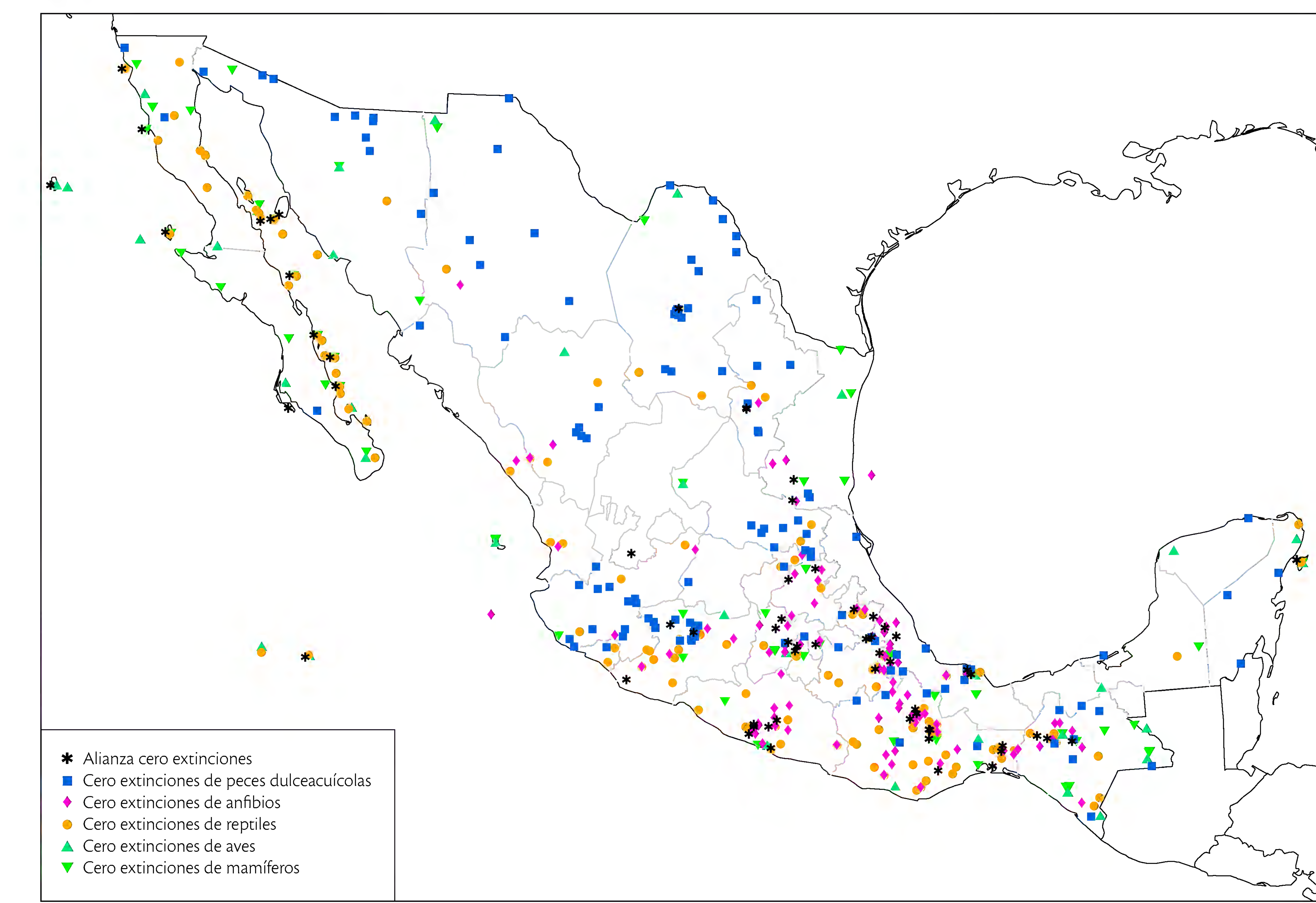
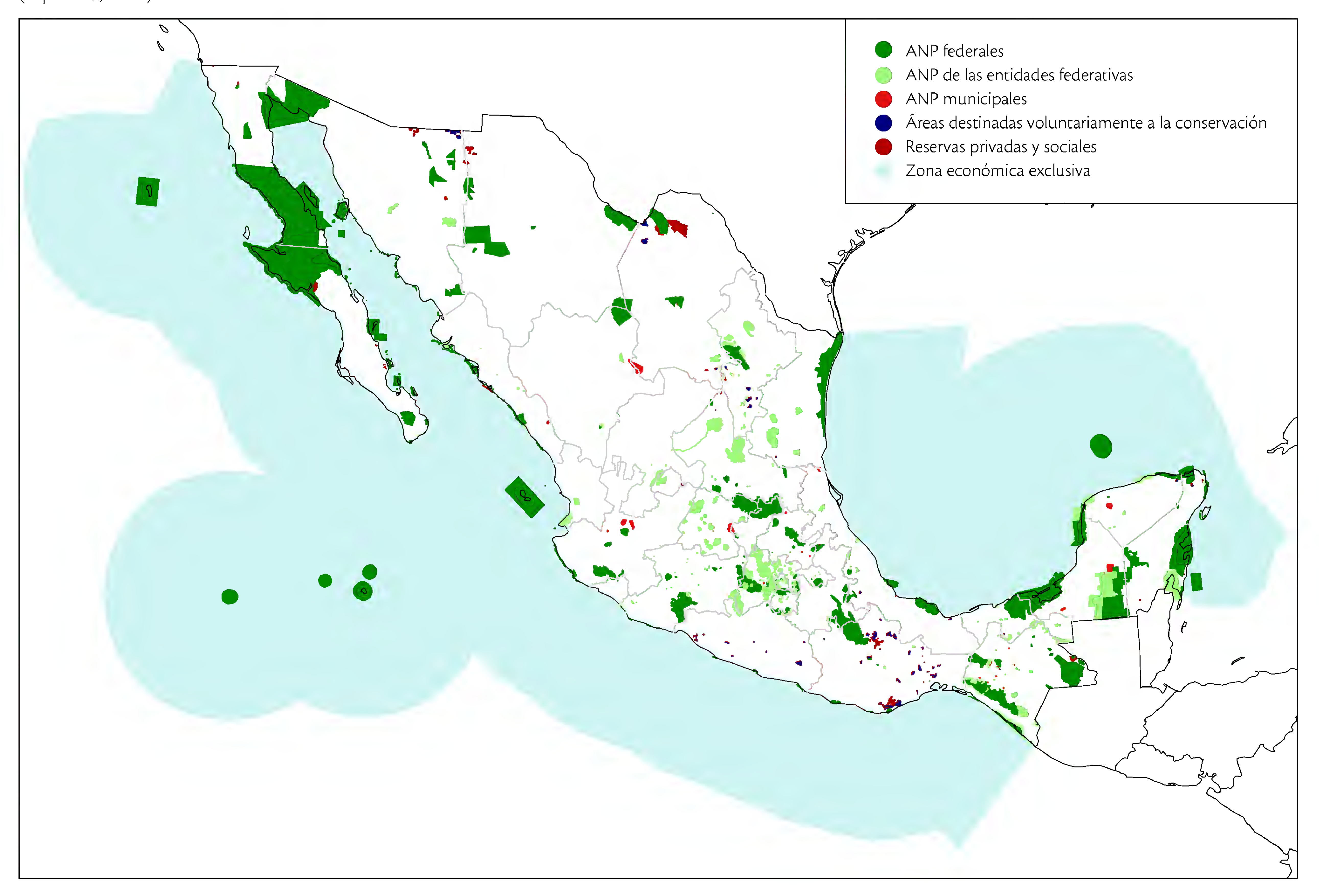


Figura 29

Áreas naturales protegidas para la conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de recursos naturales en México (capítulo 9, vol. II).



Cuadro 9 Índice de marginación de la población establecida en las áreas naturales protegidas federales, de las entidades federativas, municipales, privadas y sociales de México (excluyendo población metropolitana) (capítulo 9, vol. II)

Índice de marginación	1995 Población total	%	Localidades	%	Incremento de la población (%)	2000 Población total	%	Localidades	%
Muy bajo	857 880	37.81	235	4.33	−71.56	243 978	9.83	81	1.45
Bajo	169 212	7.46	257	4.74	328.59	725 227	29.23	297	5.33
Mediano	385 690	17.00	681	12.56	−6.65	360 044	14.51	569	10.21
Alto	414 495	18.27	1 196	22.05	130.14	953 919	38.45	2 805	50.35
Muy alto	441 772	19.47	3 055	56.32	−55.19	197 962	7.98	1 819	32.65
Total	**2 269 049**	**100**	**5 424**	**100**	**9.35**	**2 481 130**	**100**	**5 571**	**100**

Nota: los datos incluyen el conjunto de ANP decretadas al 31 de agosto de 2008; no obstante, algunas de ellas no habían sido establecidas en la fecha del censo o conteo correspondiente.

Son escasas las áreas del territorio nacional que nunca tuvieron población humana en algún momento del pasado. De las 900 ANP de todo tipo (federales, estatales, municipales y privadas), 273 presentaban asentamientos humanos en 2005, con una población de casi 3.5 millones de habitantes, cifra que se abulta por la situación de las ANP de la zona conurbada de las ciudades de México y Monterrey, que poseían más de 850 000 habitantes. Sin contar a la población urbana, las ANP estaban habitadas en 2005 por casi 2.6 millones de personas, equivalente a 2.5% de la población total y 5.7% de la rural.

Cerca de la mitad de la población de las ANP está clasificada en índices de marginación entre mediano y muy alto en 93% de las localidades donde se encuentran ANP, situación determinada en gran medida por la alta representación de grupos indígenas en estas zonas (cuadro 10). En 2008 las ANP federales, estatales y municipales contaban con 3 359 núcleos agrarios o ejidos, que equivalen a poco más de 11% de estos.

El establecimiento de las ANP ha girado alrededor de un eje social al no expropiar en los decretos correspondientes la propiedad de la tierra. En los decretos se establece la modalidad de uso de la superficie que comprende a la ANP. Como resultado, 60% de las ANP federales son propiedad social, un poco más de 20% corresponde a propiedad pública y más de 12% son propiedad privada (cuadro 11).

El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Sinap) agrupa a 57 de las 161 ANP federales, que representan 60.5% de la superficie total de estas áreas, y una ANP estatal. El Sinap cuenta con un Consejo de Áreas Naturales Protegidas, compuesto por representantes del sector académico, industrial, social y gubernamental, como asesor del secretario del ramo. Cada ANP cuenta con un consejo asesor.

Los requisitos para pertenecer al sistema incluyen criterios

Cuadro 10 Tipos de propiedad del suelo en la porción terrestre de las áreas naturales protegidas federales de México (capítulo 9, vol. II)

Tipo de propiedad	%
Social (ejidos y comunidades)	60.34
Privada	12.01
Pública	20.38
Datos no disponibles (social, privada o pública)	7.27
Total	**100**

Nota: los datos incluyen el conjunto de ANP decretadas hasta el 31 de agosto de 2008.

Cuadro 11 Cobertura territorial de las áreas naturales protegidas de México (hectáreas) (capítulo 9, vol. II)

	Total	Terrestre	% superficie terrestre de México	Marina
ANP federales *menos* ADVC	19 815 364	15 311 323	7.79	4 504 041
ANP estatales y del D.F.	3 309 418	3 071 479	1.56	237 939
ANP municipales	124 065	124 065	0.06	0
Áreas destinadas voluntariamente a la conservación (ADVC)[a]	199 146[b]	199 146[b]	0.10	0
Áreas certificadas por las entidades federativas, *por lo menos*[a]	7 054	7 054	0.00	0
Reservas privadas y sociales, *por lo menos*[a]	637 123	637 123	0.32	0

[a] No sobrepuestas a ANP federales, de las entidades federativas o municipales; [b] calculado mediante cartografía digital.
Nota: los datos incluyen el conjunto de ANP decretadas al 31 de agosto de 2008.

como la existencia de un plan de manejo consensado con los habitantes de la zona, presupuesto permanente, personal capacitado, incluyendo a un director elegido por el mismo consejo. Aunque 27 de las 32 entidades federativas poseen legislación que plantea la creación de áreas naturales protegidas, solo cinco de ellas han incorporado ANP a sus sistemas mediante diversos instrumentos jurídicos.

El 65% de la superficie de las ANP federales cuenta con algún reconocimiento internacional, ya que forman parte del Patrimonio Mundial de la Humanidad o están incluidas como reservas de la biosfera en el Programa del Hombre y la Biosfera de la UNESCO o la Convención Ramsar de Humedales. Esto ha sido una transformación importante en la última década. De acuerdo con las categorías de la Unión Mundial para la Naturaleza, solo 16.75% de la superficie decretada a nivel federal en las ANP se considera una reserva estricta (por ejemplo, los parques nacionales), ya que en el restante 83.25% está permitido el uso de los recursos naturales, siempre y cuando sea sustentable (por ejemplo, en las reservas de la biosfera).

Una importante proporción de las ANP se han establecido en México por situaciones coyunturales, con pocas bases de conocimiento científico. Ahora que contamos con mayor información y sensibilidad acerca de los criterios que deben normar el establecimiento de nuevas áreas protegidas (véase el capítulo 16 del volumen II) es fundamental asegurar que sea la información científica pertinente y confiable la que conduzca ese proceso y que las decisiones de política pública al respecto se apeguen a esos criterios.

En el ámbito de las acciones de conservación, los avances pueden reflejarse en el hecho de que ahora se tienen claras bases de priorización, un crecimiento notable de una estrategia económicamente sustentada de conservación efectiva mediante las ANP, avances en iniciativas de conservación fuera de las ANP (corredores biológicos, esfuerzos de conservación *ex situ* y pagos por servicios ambientales), así como un sólido avance en la identificación de los vacíos de conocimiento y de priorización. Sin embargo, la información emanada de esta evaluación cuestiona si el firme avance en acciones de conservación por sí mismo será suficiente para detener o revertir las tendencias de deterioro de nuestro capital natural que aquí se documentan.



Planta industrial de muebles
de madera en Quintana Roo.



III

A pesar de que México tiene una larga historia de impactos negativos sobre su capital natural, en años recientes ha logrado cambios y avances sustantivos favorables a su resguardo que sentaron algunas de las bases para la conservación y el manejo sustentable de dicho capital. Sin embargo, el tránsito hacia la sustentabilidad ambiental se ha enfrentado a serios obstáculos; los cambios requeridos para lograrla deben ampliarse y consolidarse. Se deben fijar metas concretas en conservación, manejo sustentable y restauración, y lograr mediante acciones integrales, coordinadas y transversales de políticas públicas que se valore la biodiversidad y sus servicios ambientales.

Los temas abordados en este estudio permiten ir armando una agenda pública tendiente a corregir rumbos, impulsar iniciativas sustantivas y evitar reproducir errores del pasado.

Con la finalidad de avanzar en esa dirección, en esta sección se presentan las reflexiones expresadas en el capítulo 7 del volumen III, que pretende ser un esfuerzo de valoración global que apuntala temas centrales por atender y la necesidad de conformar un acuerdo social básico. Esta valoración aborda las intervenciones gubernamentales históricas que produjeron efectos negativos en el medio ambiente e incluso, muchas veces, no lograron tampoco un beneficio social, así como los avances de los últimos tres lustros que han detonado y fomentado procesos de uso de la biodiversidad que apuntan hacia la sustentabilidad.

Asimismo, el capítulo da cuenta de riesgos mayores que, de no atenderse con urgencia y a profundidad, pueden derivar en un estancamiento o reversión de los avances, e incluso ampliar procesos contraproducentes para la sustentabilidad. En consecuencia, los retos que encaramos exigen evitar que estos riesgos cristalicen, y también ampliar y multiplicar los avances.

También se perfilan las vertientes de extensión y consolidación de los cambios fundamentales para que el país se encamine de forma segura hacia una trayectoria de uso sustentable de la biodiversidad.

32 *El desarrollo nacional no ha aprovechado las ventajas que ofrece la biodiversidad mexicana y la ha subordinado a su crecimiento económico.*

Durante el siglo pasado, hasta la década de los ochenta, el desarrollo del país, en lo que se refiere a la obtención de bienes como los alimentos, fibras, madera, etc., se

basó en la transformación extensiva de los ecosistemas naturales sin considerar las consecuencias que esto tendría sobre el capital natural. Como sociedad no hemos cristalizado un acuerdo básico en torno a una meta común: determinar la superficie que debe mantener el país con cobertura vegetal, conservada o sujeta a manejo sustentable, sin transformarla o degradarla.

La cobertura vegetal del territorio nacional ha sido eliminada en una cuarta parte (véase el capítulo 3 del volumen III), para utilizarla en actividades agropecuarias, urbanas y de infraestructura y una tercera parte adicional ha sido intervenida para la producción ganadera (en especial los pastizales naturales y los matorrales xerófilos).

Lo que podríamos denominar "desarrollo rural" se basó, por décadas, en fomentar actividades productivas primarias (agricultura y ganadería) que implicaron la transformación total de los ecosistemas naturales. Esto dejó en un gran rezago a otras actividades que no implican necesariamente la transformación de los ecosistemas sino que, por el contrario, conservan sus servicios y aprovechan las múltiples especies útiles de flora y fauna que contienen; entre estas actividades se encuentran las forestales, maderables y no maderables, y el uso racional de la vida silvestre.

A pesar de que las tasas de pérdida de ecosistemas naturales se han reducido en las últimas décadas, seguimos perdiendo importantes superficies cada año.

33 *El reparto agrario que se aceleró en la década de los años treinta logró su objetivo de justicia social, pero tuvo serias repercusiones ambientales. Los dueños del capital natural no recibieron por mucho tiempo los beneficios del aprovechamiento directo de la biodiversidad y las políticas fomentaron la deforestación para las actividades agropecuarias.*

No obstante la fundamental justicia social del reparto agrario y las reformas legales vinculadas a la tenencia de la tierra, no hubo mecanismos que incorporasen criterios de resguardo del capital natural, lo cual fomentó la transformación acelerada de los ecosistemas, transformación que ocurrió de manera desordenada, utilizando para la agricultura las tierras de aptitud forestal y para la ganadería no solo las tierras forestales, sino también las agrícolas.

En adición a esta falta de criterios, hubo frecuentes disputas por el uso de la tierra, que duraron décadas, originadas por una combinación de factores entre los que se pueden mencionar políticas confusas, un débil marco jurídico, la ineficaz aplicación de la ley, los recursos económicos limitados, así como la falta de instituciones consolidadas para la gestión del uso y conservación de los ecosistemas naturales. Con frecuencia, la resolución a esas disputas tuvo como víctima a las áreas conservadas —como selvas y bosques— que se consideraban "tierras ociosas" y que acabaron como áreas pecuarias de muy baja capacidad de carga, monocultivos agrícolas efímeros que terminaban convertidos en praderas improductivas, urbanizaciones o desarrollos industriales.

No está en cuestionamiento la pertinencia de estas actividades. El problema

radica en la forma de la ocupación desordenada del territorio, las considerables extensiones que han absorbido y la ineficiencia productiva de muchas de estas actividades por unidad de superficie. Los costos ambientales, que no han sido valorados hasta ahora, han sido mayúsculos y han afectado a toda la sociedad, en especial a los más desprotegidos.

El aprovechamiento de los recursos forestales maderables, así como las actividades cinegéticas, estuvieron concesionados por décadas a terceros, sin que la extracción de estos recursos de los ecosistemas naturales beneficiara directamente a los dueños de ese capital natural para lograr su desarrollo y bienestar social. Las concesiones forestales terminaron con la reforma a la Ley Forestal de 1986 y los permisos de caza a terceros concluyeron administrativamente con el establecimiento de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) y legalmente con la derogación de la Ley de Caza y la expedición de la Ley General de Vida Silvestre en 2000. No es sorprendente, entonces, que los dueños de la tierra, al no recibir beneficios económicos por el uso de sus ecosistemas naturales durante décadas, los trasformaran para convertirlos en cultivos agrícolas y potreros.

34 *La forma que adoptó el crecimiento económico del país tuvo consecuencias negativas para el mantenimiento del capital natural de la nación y no resolvió la situación de bienestar de la población rural.*

Por décadas, el desarrollo de la infraestructura física del país y de las actividades productivas no consideró los impactos ambientales y sociales generados por su ubicación territorial, por la extracción de materias primas y por la generación y disposición de desechos, como tampoco se hizo en el caso de las zonas donde se desarrollaron asentamientos humanos, cuyo crecimiento caótico engendró los fenómenos de dispersión poblacional y expansión de conglomerados urbanos regionales. Esta inadecuada situación empezó a cambiar cuando se dispuso de instrumentos de política como la evaluación de impacto ambiental, el ordenamiento ecológico del territorio y la planeación de los asentamientos humanos, aunque su aplicación ha estado siempre sometida a tensiones sociales y económicas constantes, que con frecuencia se imponen a los criterios ambientales

En conjunto, la falta de visiones y políticas sobre las pautas adecuadas para la ocupación del territorio y el ordenamiento de los asentamientos urbanos ha derivado en:

a] una mayor concentración de la población en condiciones de pobreza en las áreas urbanas; el crecimiento acelerado de asentamientos irregulares en zonas de riesgo, y la urbanización a costa de tierras agrícolas y en las frágiles zonas costeras;

b] un arraigado rezago económico y social del campo respecto al resto del país, el cual se manifiesta en una mayor vulnerabilidad del tejido social, una muy baja institucionalidad, ausencia de relaciones contractuales y escasa consolidación de los derechos de propiedad; en síntesis, una menor gobernabilidad ambiental, y

c] la detonación de procesos directos de destrucción del capital natural por la población rural, en zonas de alto valor ambiental, principalmente selvas y bosques, debido a la incapacidad del país para lograr mínimos de bienestar social para esas poblaciones.

35 *Un periodo de cambio y avances sustantivos favorables al resguardo del capital natural sentaron algunas de las bases para la conservación y el manejo sustentable del capital natural. Ello se manifiesta en una mejoría del arreglo institucional y de la coordinación interinstitucional, así como en un mayor desarrollo del marco jurídico y reglamentario sobre el ambiente.*

La creación de la Semarnap en 1994 fue un paso sustantivo hacia la construcción de la sustentabilidad ambiental; empezó a consolidarse un avance hacia enfoques más integrales, de acuerdo con los cuales la gestión de los procesos de conservación y los de uso de la biodiversidad se fusionaron en una nueva institución y se diseñaron programas e instrumentos modernos. La reunión en una nueva institución de los sectores forestal, del agua y de la pesca, junto con la gestión de los temas ambientales, permitieron alcanzar cierta convergencia entre políticas sectoriales antes enfrentadas; se incorporó una visión de sustentabilidad en los programas sectoriales y se coordinó la acción conjunta para enfrentar problemas que competen a varios sectores.

En los últimos años se han hecho intentos más organizados de coordinación interinstitucional para armonizar las políticas con los otros sectores productivos fuera de la Semarnat. Los esfuerzos han permitido entender mejor los impactos que pueden tener las políticas productivas sobre la conservación de la biodiversidad y se ha logrado avanzar en mejores reglas de operación para algunos programas del sector agropecuario.

Quizá la iniciativa de transversalidad con mayores posibilidades de cristalizar resultados en el presente sea la Estrategia Nacional de Cambio Climático, dada a conocer en 2007, la cual está vinculada con un mejor uso y conservación de la biodiversidad, tanto en medidas de adaptación como de mitigación, y que deberá concretarse en el Programa Especial de Cambio Climático 2008-2012 (Semarnat 2009).

En cuanto a la descentralización de funciones, algunos modelos de manejo de la vida silvestre en estados del norte del país constituyen un buen ejemplo de convergencia en la acción gubernamental.

Con respecto al marco regulatorio, de 1997 a la fecha se han expedido nuevas leyes y se han decretado numerosas normas que regulan el uso y conservación de la biodiversidad. Lamentablemente su aplicación y vigilancia adolecen de serios problemas por las limitaciones en recursos económicos y de personal que tiene la Profepa, a pesar de haber recibido con el nuevo arreglo institucional muchas más atribuciones y responsabilidades.

36 *Existen en el país notables ejemplos de manejo del capital natural que combinan la conservación en un contexto de manejo de los recursos naturales con viabilidad económica y que han sido impulsados en gran medida por las mismas comunidades dueñas del capital natural.*

Las áreas naturales protegidas (ANP) y las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), junto con el manejo forestal sustentable (MFS) de las empresas forestales comunitarias y el ecoturismo han demostrado ser económicamente viables y ambientalmente adecuadas, y en la medida en que son realizadas por los dueños de la tierra contribuyen a la cohesión y bienestar social para las comunidades mismas. Se trata de opciones productivas sustentables que generan empleo e ingresos para las poblaciones locales dueñas de los recursos naturales y mantienen la cobertura vegetal. Estas actividades son aún incipientes: las UMA abarcan 26 millones de hectáreas y el MFS 6.5 millones, y no han sido valoradas en todo su potencial, que se estima en 40 y 21 millones de hectáreas, respectivamente. Estas representan las mejores y quizá únicas estrategias para combinar la protección del restante capital natural en buen estado y una seria contribución a la disminución del rezago social y económico de las poblaciones dueñas de esos recursos.

Las reformas legales que dieron fin a las concesiones a terceros en el usufructo de los recursos forestales y de la vida silvestre, y restituyeron derechos a los dueños de la tierra y legítimos posesionarios, han favorecido la conservación de los ecosistemas naturales. El propósito de estas reformas es que el dueño de la tierra, al tener certidumbre sobre los derechos de propiedad de sus recursos naturales y beneficiarse económicamente del uso de sus ecosistemas, no los transforma para actividades agropecuarias. Sin embargo, esta que es una forma de manejo sustentable de nuestro capital natural y al mismo tiempo de provisión de ingresos económicos a una población que se encuentra en el 20% más marginado de nuestra sociedad no ha sido reconocida apropiadamente por los diferentes sectores de gobierno, en buena medida debido a la falta de horizontalidad de criterios ambientales en sus políticas públicas.

Por otro lado, en las áreas transformadas, una amplia gama de experiencias, proyectos e iniciativas a lo largo del país ha demostrado que la reconversión productiva agropecuaria y pesquera, orientada a un mejor acceso a los mercados y bajo criterios de sustentabilidad, permite elevar ingresos, empleo y productividad, y controlar y atenuar los efectos negativos a la salud humana y a la funcionalidad de los ecosistemas naturales, acuáticos y terrestres. Sin embargo, su plena inserción en las políticas de desarrollo rural requiere ajustes que pasan por la capacidad de las instituciones para fomentarlos, de los productores para organizarse y de subsidios económicos para mantenerse mientras la reconversión se vuelve rentable. En esta dirección, el ordenamiento pesquero y la carta nacional pesquera han significado un aporte invaluable para la gradual orientación de la pesca hacia la sustentabilidad ambiental. Sin embargo, este proceso se ha desacelerado por la separación del sector pesquero del ambiental.

37 *El ordenamiento ecológico del territorio es un instrumento muy poderoso de planeación regional, que ha sido aplicado de manera intermitente y territorialmente desigual.*

Los incipientes esfuerzos a escala nacional, regional y local en materia de planeación ambiental del uso del territorio han mostrado un potencial tanto preventivo frente a los procesos del deterioro ecológico como de identificación y valoración de oportunidades para el desarrollo regional. Estos esfuerzos presentan respaldo legal y mayores avances en la vía del ordenamiento ecológico del territorio; sin embargo, su efectividad ha sido cuestionada a fondo por la falta de acuerdos y convergencia en acciones entre los sectores productivos, las autoridades locales y federales y los habitantes locales, y entre los intereses de conservación y los económicos. En contraste, los ordenamientos ecológicos comunitarios, no contemplados en la ley, han sido más efectivos hasta la fecha.

Otras formas de planeación territorial las constituyen los enfoques en materia de manejo de cuencas y la creación de corredores biológicos que vinculen áreas fragmentadas de vegetación para evitar el incremento de su deterioro, enfoques que apuntan a una gradual armonización de las políticas que operan en los territorios. Un ejemplo emblemático lo constituye la iniciativa del Corredor Biológico Mesoamericano (CBM), cuyo objetivo primordial es conectar las ANP que están quedando aisladas, por medio de áreas que se manejan sustentablemente, conservan los ecosistemas y proporcionan ingresos a los dueños de las áreas, promueven procesos productivos compatibles con la conservación de los ecosistemas remanentes y fomentan la recuperación y el mejoramiento de áreas degradadas.

38 *Recientemente se han creado y aplicado instrumentos económicos de valoración de servicios ambientales; sin embargo, aún tienen un impacto incipiente y fragmentado.*

Entre los avances más recientes destacan algunos programas que apuntan hacia la valoración de algunos beneficios de los servicios ambientales, principalmente en lo que respecta al ciclo del agua. Se ha instrumentado el diseño y la aplicación de instrumentos económicos, como el pago por servicios ambientales, el cobro de derechos de acceso a las áreas protegidas, la certificación de productos sustentables u orgánicos, así como la certificación de áreas boscosas manejadas de manera sustentable, entre otros. Algunos de ellos han tenido resultados promisorios, pero siguen siendo experiencias aisladas o de alcances limitados, y no han sido incorporados a las políticas económicas. Se trata de programas con problemas de dispersión, escasa presencia en el territorio nacional y severas limitaciones tanto en recursos económicos como en el sustento conceptual y en el mismo diseño de las reglas de operación de cada programa.

Por su potencial de valoración de servicios ambientales, dichos programas tienen cierta relevancia en algunas zonas, pero aún no representan un aporte significativo a la siempre anhelada certidumbre en el mundo rural; desafortunadamente,

en ciertos círculos gubernamentales estos programas han tenido la falsa apreciación de que los servicios ambientales ya son valorados en nuestro país y que el tema ya se está atendiendo adecuadamente, lo cual significa una distorsión en el contenido y jerarquía que la agenda de gobierno otorga a uno de los problemas fundamentales que enfrenta la sustentabilidad en México. Los programas que representan un beneficio de pago por servicios ambientales pueden revertirse si no se cuidan sus repercusiones legales, su adecuado respaldo conceptual y la conveniencia de su mantenimiento en el largo plazo.

39 *Se han desarrollado mecanismos para una mejor participación social en la toma de decisiones sobre asuntos ambientales; esta es una herramienta que debe ampliarse y mejorarse.*

Los espacios de participación de la sociedad en la gestión del uso y conservación de la biodiversidad se ampliaron a partir de 1995 para incorporar la experiencia colectiva de los diferentes sectores en la toma de decisiones y sumar las capacidades de cada uno. Se establecieron diversos consejos para la asesoría en la gestión forestal de las ANP, del agua, de programas de reforestación, y para la recuperación de especies en peligro de extinción, entre otros. En estos espacios participan centenas de representantes de los sectores académico, empresarial, social, gubernamental, de diferentes órdenes de gobierno y del Poder Legislativo.

Estos procesos han significado avances acotados para transparentar la gestión pública, que garanticen la rendición de cuentas de quienes toman las decisiones; no obstante lo anterior, aún no se ha establecido en forma concertada un proceso que oriente la evolución de estos mecanismos institucionales de manera que permita ventilar procesos complejos que encuentren soluciones colectivas, socialicen y recauden información, y para crear algunos consensos en materia de conservación y uso sustentable de la biodiversidad. Hacen falta mecanismos que garanticen la adecuada representatividad de los participantes y su corresponsabilidad en la gestión y que aseguren la incidencia de la participación en la definición, aplicación, evaluación y corrección de las políticas.

40 *El tránsito hacia la sustentabilidad ambiental, a pesar de sus avances, se ha enfrentado a serios obstáculos que es necesario superar.*

Diversas inercias institucionales y rigideces normativas y regulatorias han constituido un retraso en la aplicación de las innovaciones; la viscosidad burocrática y profundas resistencias al cambio, algunas provenientes de gremios profesionales, limitaron el avance acelerado en el cumplimiento de las metas creando incluso mecanismos de oposición interna.

Por otro lado, aunque el marco regulatorio y de control es sólido, adolece de serios problemas en la aplicación de la ley, por lo que su efectividad se ve limitada; de hecho, y a pesar de estos avances, persisten tanto el crónico problema de bajo

cumplimiento de la legislación y las inconsistencias en el conjunto de disposiciones legales, de normas y de atribuciones institucionales relativas al manejo del capital natural, como el bajo nivel de concurrencia intergubernamental.

En términos generales, la acción pública no ha logrado identificar y establecer los mecanismos institucionales que garanticen una adecuada valoración de la biodiversidad y sus servicios ambientales, condición obligada para contener los principales procesos de deterioro. Este tema está presente en la agenda gubernamental solo de manera tangencial, a pesar de la evolución alcanzada en las disposiciones legales.

Algo similar ocurre entre los temas sustantivos de la incipiente agenda de transversalidad ambiental; es decir, la valoración de la biodiversidad y sus servicios ambientales no se ha colocado como un tema central que debe ser común y compartido en responsabilidades para los sectores de la administración pública federal que tienen mayor injerencia territorial, y para los tres ámbitos de gobierno.

En contraste, se observa un creciente interés y una intensa deliberación en torno a la valoración de la biodiversidad y sus servicios ambientales entre los agentes más especializados y proactivos de la sociedad; y es en esta esfera de la agenda pública donde podrán surgir iniciativas concretas y viables que puedan insertarse en la agenda de gobierno.

41 *Las políticas de desarrollo que sigan relegando la gestión de la biodiversidad a una baja prioridad estarán ignorando elementos básicos de la seguridad nacional y de las perspectivas futuras del país.*

La ineficacia de la acción pública no ha sido completamente superada, y la estrategia de los últimos años de gobernar el campo a "golpe de programa" (a cada problema un programa) ha significado que los recursos públicos se dispersen y no se traduzcan en mejoras sustantivas en términos ambientales, económicos e incluso sociales. Algunas de las deficiencias son:

a] las limitaciones y asimetrías entre el marco jurídico y normativo y el ámbito institucional, especialmente en lo que respecta a la aplicación y cumplimiento de la ley;

b] la acción gubernamental no está basada en reglas claras, en programas y acciones con visión de largo plazo y continuidad en su aplicación; es decir, no se ha logrado la certidumbre indispensable para el desarrollo rural, y

c] la divergencia entre políticas e instrumentos respecto a las dinámicas de los mercados.

En el circuito académico y en algunas instancias gubernamentales se considera que las fallas y la ineficacia de la intervención gubernamental en el campo tienden a traducirse en un problema de seguridad nacional.

Hay que tener muy en cuenta que la conservación y uso del capital natural no se resuelve solo en el mundo rural; resulta obligado proyectar este tema central de

la agenda nacional hacia las ciudades y hacia las actividades económicas de mayor impacto territorial y sus mercados.

42 *Diversas causas, algunas internas de las comunidades rurales y otras del ámbito nacional, han producido un debilitamiento de estructuras de gobernabilidad local.*

La compleja problemática de la biodiversidad está fuertemente articulada con el acelerado debilitamiento de las estructuras de gobierno local rural, particularmente del ejido. Las dinámicas poblacionales, económicas y culturales en el medio rural, como son la inmigración, el envejecimiento de los pobladores de los ejidos, las remesas de los emigrados, la diversificación de fuentes de ingreso fuera del ámbito de las actividades primarias, entre otras, influyen en el debilitamiento del ejido.

El efecto negativo más importante es la creciente pérdida de control sobre el uso y ocupación del territorio del ejido, donde emergen mercados de renta y venta de tierras que derivan en una mayor fragmentación del tejido social y en claros riesgos de impacto ambiental, lo cual cierra posibilidades de regular la conservación y usufructo de los recursos colectivos. Esto necesariamente se acompaña de una degradación de su cultura, de sus visiones y prácticas colectivas y de relación con sus recursos naturales.

Un ejemplo emblemático de la alta convergencia entre las tendencias de deterioro de la biodiversidad y de debilitamiento del ejido es el fenómeno de parcelación interna de las áreas de uso común, principalmente bosques y selvas, pertenecientes a ejidos ubicados en el sureste del país. Este fenómeno se ha documentado para algunas regiones y significa una clara violación de lo establecido en la legislación agraria y forestal; lo anterior reduce al mínimo las posibilidades de conservación y de fomento de procesos productivos sustentables.

En cuanto a la participación privada en la conservación, cabe apuntar que las diferentes disposiciones legales para el control del uso y ocupación de tierras para este fin presentan un enorme potencial, siempre y cuando la conducción y supervisión esté a cargo de las instituciones de gobierno encargadas de la protección del patrimonio natural nacional, y se acompañen de mecanismos institucionales de transparencia y rendición pública de cuentas.

43 *El papel del mercado en la eficacia de las acciones de conservación y manejo sustentable es de gran importancia, pero esto no ha tenido espacio en las consideraciones de políticas públicas ambientales.*

Entre la gama de actores comprometidos con la sustentabilidad, sean o no gubernamentales, predominan visiones, iniciativas y acciones que, en diferentes intensidades y modalidades, ignoran o marginan el papel determinante de los mercados en las complejas relaciones entre los sistemas sociales y los ecosistemas. Esto im-

pide identificar y valorar oportunidades económicas, sociales y ambientales en el diseño o consolidación de proyectos productivos sustentables.

Así, los esfuerzos a favor del uso adecuado de la biodiversidad, lejos de intentar repercutir en las actividades primarias predominantes, se concentran en iniciativas con perfiles muy locales y "endógenos" o en los denominados "mercados verdes", que son positivos en sí pero tienen varias limitaciones en tanto operen solamente en casos específicos o colaterales, pero no en el centro de las economías rurales.

44 *Se ha insistido mucho recientemente en la transversalidad gubernamental de la agenda ambiental y su incorporación a las consideraciones económicas del país; aún falta largo trecho para que esto sea una realidad.*

Los avances en materia de transversalidad ambiental ya son un soporte básico para extenderla al ámbito de las políticas e instrumentos relacionados con las actividades económicas primarias que soportan el mayor peso económico y cuentan con mercados desarrollados.

Nuestro país debe ya reconocer la enorme relevancia de las dimensiones económica y social inherentes a las actividades de conservación y, en consecuencia, incorporar costos y beneficios de estas actividades a la lógica asociada a la economía del país. La conservación del capital natural no es ajena a la lógica económica de las acciones y recursos dedicados al mantenimiento y renovación del capital en infraestructura o en la planta productiva.

En este sentido deben eliminarse las asimetrías del gasto público rural, que se concentra en las zonas de riego con un fomento mayor para infraestructura, equipamiento y articulación con cadenas productivas, mientras margina el resto del campo o lo atiende con programas compensatorios y asistenciales. La mayoría de las acciones ambientales se asocia a este último sector, limitando las opciones de aprovechamiento sustentable.

Para estos fines se requiere —entre otras medidas— ampliar y mejorar el papel del fomento gubernamental en la interacción con los mercados; en este aspecto destaca la imperiosa necesidad de que a los campesinos se les asuma —y ellos mismos se asuman— como los actores decisivos en el destino del capital natural, y en consecuencia como agentes de mercado, para que eso les permita cambiar sus estrategias económicas hacia esquemas rentables y en el mediano plazo no depender de los programas compensatorios; para lograr lo anterior es indispensable que desarrollen capacidades locales relacionadas con el acceso a los mercados y con garantías de permanencia.

Alcanzar lo antes mencionado requiere proyectos integrales, programas estables de acompañamiento o proyectos económicos regionales sólidos relacionados con el uso diversificado de la biodiversidad o con aprovechamientos que presentan mercados "promisorios", y no irse por la vía de acciones aisladas. Un segundo elemento se refiere a reconocer (y aprovechar) que es en el ámbito de los mercados y

los asentamientos urbanos donde se ubica una gama de agentes especializados en este tipo de capacidades. En consecuencia, se visualiza que la manera viable y efectiva de acercar estas capacidades a los campesinos son las alianzas o las relaciones contractuales caracterizadas por establecer un equilibrio entre los aportes y beneficios de ambas partes.

Resulta imperativo detonar un fomento efectivo a la innovación en arreglos institucionales locales que faciliten y cristalicen acuerdos sociales concretos en los que los agentes protagónicos sean los dueños de los recursos, estableciendo contratos vinculantes de largo plazo que garanticen la consolidación de los derechos de propiedad, su transparencia y su debida valoración y compensación.

Lo anterior implica innovaciones en los mecanismos y formas que mantiene el gobierno en su relación con ejidos y comunidades, de forma tal que pueda asumir compromisos vinculantes y estables, no sujetos a las variaciones en el gasto público y en las personas responsables de la toma de decisiones.

Las reformas a la acción gubernamental, especialmente en el ámbito de los beneficiarios del gasto público, buscarían insertar pautas de sustentabilidad en las principales actividades primarias y, en paralelo, ampliar el acceso de la economía campesina a los mercados. Esto último exige reformar enfoques, iniciativas, programas y reglas de operación, y pasar del propósito de que cada comunidad desarrolle todas las capacidades para acceder a los mercados de acuerdo con pautas de sustentabilidad a uno que dirija los mayores esfuerzos a crear alianzas entre agentes, insertar relaciones contractuales en el mundo rural e intensificar positivamente las interacciones de las comunidades y las familias campesinas con los mercados.

45 *Los cambios requeridos para lograr la sustentabilidad ambiental deben ampliarse y consolidarse. El país debe fijarse metas y tiempos para lograr la conservación, el manejo sustentable y la restauración de la biodiversidad y sus servicios ambientales, mediante instrumentos regulatorios, económicos y de mercado que valoren la biodiversidad y sus servicios ambientales y acciones integrales, coordinadas y transversales.*

La cultura predominante en el desarrollo económico del país sobrestimó la capacidad natural para resistir los impactos del crecimiento económico y la sobreexplotación de recursos naturales, y de hecho se impuso ampliamente la idea de que la dotación natural de México soportaría de manera ilimitada la expansión demográfica y social, de la infraestructura y de las ciudades. La intervención en los ecosistemas fue vista no solo como un proceso inocuo sino también como necesaria. Se adoptaron de manera temprana algunas medidas preclaras como fueron los decretos de parques nacionales durante el gobierno de Lázaro Cárdenas, que protegían los servicios ambientales de regiones de alta importancia ecológica, pero fueron medidas marginales y se abandonaron prematuramente o simplemente fueron ignoradas.

Hacia las dos últimas décadas del siglo pasado, cuando diversos problemas ambientales como la escasez de agua, la palpable erosión de los suelos, la pérdida de

cobertura forestal, etc., se hicieron crudamente evidentes, descubrimos que durante mucho tiempo los enfoques, las instituciones, prácticas productivas, leyes y reglas, actitudes y valores con los que México había crecido se habían adaptado a unas estrategias depredadoras que intervinieron irracionalmente los ecosistemas sin adaptarse a sus ciclos naturales de recuperación.

Como respuesta, poco a poco se constituyó una política ambiental con estrategias de protección y conservación que paulatinamente han ido modificando las pautas degradadoras de la biodiversidad. Desde principios de los años noventa la destrucción de la naturaleza ha dejado de ser vista como costo justificado del progreso social, y sobre todo se ha tomado conciencia de que para la mayor parte del mundo rural dicha destrucción no se tradujo en una mejora humana sustantiva. El país se percató de que tampoco las ciudades pueden prescindir de ecosistemas sanos, pues requieren flujos de servicios ambientales indispensables para su sobrevivencia.

Además, se ha perfilado la idea misma de que el flujo de servicios ambientales constituye una interfase entre la naturaleza y la sociedad humana y sus conglomerados demográficos, en la perspectiva de que dichos flujos requieren una contraprestación que favorezca su mantenimiento. Se estableció también la perspectiva de vinculación entre los procesos ambientales globales y la biodiversidad, a partir del conocimiento científico sobre los servicios de suministro, soporte y regulación que los ecosistemas prestan.

Todos estos cambios están apenas en proceso, y sería arriesgado sostener que ya se han consolidado, que son irreversibles o ya están dando resultados prácticos. Los procesos de deterioro continúan, quizá a menor ritmo que en el pasado pero aún con consecuencias muy graves. Peor aún, los impactos más graves podrían estar por ocurrir. Es probable que en muchos aspectos ya estemos rebasando los umbrales de estabilidad de diversos ecosistemas y nos enfrentemos ante posibles cambios abruptos, no lineales, inducidos por los mayores grados de vulnerabilidad catalizados por fenómenos globales, particularmente el cambio climático, como lo ha sostenido el MA.

Para no fallar en nuestra visión, se requiere entender el particular contexto en el que se encuentra el campo y en general el territorio mexicano. La mayor parte de los espacios rurales están sujetos a una transición contradictoria: por un lado se mantiene y parece aumentar la dispersión demográfica con la continua emergencia de nuevas localidades que expanden la frontera de asentamientos humanos, y por otra el aporte económico y poblacional del mundo rural continúa descendiendo en comparación con el urbano, mientras la emigración a las ciudades y al extranjero se sostiene.

El despoblamiento rural es relativo y muy diferenciado por regiones; muchas zonas críticas para la generación de servicios ambientales están caracterizadas por un fuerte poblamiento indígena, cuya presencia y dominio territorial es no solo un derecho legítimo reconocido, sino un elemento clave para la conservación, siempre y cuando se mantengan o reconstruyan las pautas de cohesión social necesarias para la protección de los recursos.

Es importante percatarnos de que está presente un cambio cultural y genera-

cional propicio para la transformación de visiones y prácticas que parten de la subordinación depredadora del campo y su biodiversidad, y se dirigen hacia una relación más equilibrada que propicie un freno al deterioro ecológico y de paso a la protección y restauración de los ecosistemas y sus funciones ambientales.

En esta dirección se imponen acciones de gran alcance. Una de ellas es que el país logre una imagen-objetivo de conservación y restauración, traducida en una determinación acerca de las superficies del territorio que deben ser conservadas no solo por medio de reservas y áreas protegidas, sino del conjunto de instrumentos públicos, sociales y privados disponibles. Se necesita evitar la tentación de plantear un acuerdo nacional retórico o formal en torno al uso y conservación de la biodiversidad, que pervertiría los esfuerzos. Se trata de construir o reformar instituciones para hacer operativa la imagen objetivo de conservación y restauración, a partir de las capacidades existentes. Resulta más viable, y en sintonía con iniciativas en curso, *buscar conformar gradualmente acuerdos sociales a escala regional, estatal o local* que contemplen un núcleo común de propósitos en materia de uso y conservación de la biodiversidad.

Nuestro país ha desarrollado una serie de capacidades durante los últimos lustros, en infraestructura institucional, jurídica, de capital humano, etc., que se traducen en una oportunidad histórica para concretar las vías institucionales que permitan revalorar la biodiversidad y el campo mexicano a partir de la premisa de que los servicios ambientales son la interacción más importante de "lo rural y lo urbano", y utilizar las políticas ambientales y su potencial de transversalidad con el resto de las políticas rurales para sustentar el papel del ejido como entidad de cohesión social y de interacción regional.

La integración, coordinación y transversalidad de las políticas relacionadas con la biodiversidad y el territorio no solo debe ser una prioridad para el ámbito del gobierno federal, sino también para los procesos de concurrencia intergubernamental y de interacción de los gobiernos con la sociedad local, y sobre todo con las asociaciones de productores, de ejidatarios, de las comunidades y de los indígenas.

Si bien la descentralización de funciones de la Federación para fortalecer a las entidades federativas ha generado procesos exitosos de desarrollo regional, hay que considerar que algunos de los componentes de la biodiversidad, por su propio carácter natural, por ser estratégicos para el desarrollo, únicos para México, frágiles por las amenazas que enfrentan o porque carecen de límites geopolíticos en su distribución, son recursos que deben quedar reservados a la rectoría del Estado y bajo conducción federal, o en todo caso bajo reglas estrictas y transparentes de dirección concurrente. No existe una normatividad explícita sobre este tema, lo que da lugar a muchas tensiones entre los distintos órdenes de gobierno.

Si se trata de una tarea colectiva —como es el caso—, otro de los cambios esenciales será equilibrar los enfoques y asumir la protección y la conservación no solo como un proceso de comando y control mediante instrumentos regulatorios y taxativos, sino por medio de abordajes amplios que den cabida a los mecanismos económicos mediante los procesos de valoración que reconozcan y retribuyan las funciones ambientales que sean mantenidas por los propietarios del suelo y los recursos naturales.

Se entiende que lo anterior es posible en un proceso gradual, que supone el aprendizaje de la valoración económico-ambiental, la adaptación de los mercados y la propia generación de los mismos, todo lo cual ya se encuentra en un proceso incipiente de desarrollo.

En otras palabras, en una nueva generación de políticas de protección de la biodiversidad y los servicios ambientales, la prioridad debe ser de la sociedad, no solo de los gobiernos y sus burocracias, pero sobre todo debe ser una tarea de quienes tienen derechos sobre los recursos, y por tanto pueden obtener beneficios sustantivos de ellos. Uno de estos propósitos, y que es central en todo acuerdo regional que incorpore una visión territorial, refiere a los cambios necesarios para mejorar el uso y ocupación del territorio. Y un elemento central de estos cambios es establecer metas-compromisos en torno a las zonas con cobertura vegetal que se considera deberán preservarse sujetas a pautas de uso sustentable y conservación, basándose en la mejor información científica de la que disponemos.

Referencias

Arenas, F.V., y B.M.L. Jiménez. 2004. La pesca en el Golfo de México. Hacia mayores biomasas en explotación, en E. Ezcurra, I. Pisanty y M. Caso (eds.), *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*. Instituto Nacional de Ecología, Semarnat, México, pp. 757-771.

CNA. 2002. *Compendio básico del agua en México.* Comisión Nacional del Agua, México.

Conabio. 1996. Regiones prioritarias de México, en <*www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/regionalizacion.html*> (consultada en marzo de 2009).

Conabio. 1998. *La diversidad biológica de México: Estudio de país, 1998.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Conabio. 2006. *Capital natural y bienestar social.* Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, México.

Conabio. 2008a. *Manglares de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Conabio. 2008b. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Sistema nacional de información sobre biodiversidad (SNIB), en <*www.conabio.gob.mx/invasoras*> (consultada en enero de 2009).

Contreras-Balderas, S., G. Ruiz-Campos, J.J. Schmitter-Soto, E. Díaz-Pardo, T. Contreras-McBeath *et al.* 2008. Freshwater fishes and water status in Mexico: A countrywide appraisal. *Aquatic Ecosystem Health and Management* **11** : 246-256.

Contreras-Balderas, S., y M.L. Lozano-Vilano. 1994. Water, endangered fishes, and development perspectives in arid lands of Mexico. *Conservation Biology* **8** : 379-387.

Dasgupta, P. 2009. Discounting climate change. *Journal of Risk and Uncertainty* **37** : 141-169.

Daily, G.C. (ed.). 1997. Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems. Island Press, Washington, D.C.

Dávila, P., M.C. Arizmendi, A. Valiente-Banuet, J.L. Villaseñor, A. Casas *et al.* 2002. Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán valley, Mexico. *Biodiversity and Conservation* **11** : 421-442.

Dressler, R.L. 1953. The pre-Columbian cultivated plants of Mexico. *Botanical Museum Leaflets, Harvard University* **16** : 115-172.

Dulvy, N.K., Y. Sadovy y J.D. Reynolds. 2003. Extinction vulnerability in marine populations. *Fish and Fisheries* **4** : 25-64.

Ehrlich, P.R. 2008. Key issues for attention from ecological economists. *Environment and Development Economics* **13** : 1-20.

FAO. 2002. *The state of world fisheries and aquaculture*. Food and Agriculture Organization, Fisheries Department, Roma.

FAO. 2005. Protección a los polinizadores. Enfoques 2005. Food and Agriculture Organization, en <*www.fao.org/ag/esp/revista/pdf.htm*>.

Flores-Villela, O., y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) **20** : 115-144.

Germplasm Resources Information Network (GRIN). 2006. En <*www.ars-grin.gov/cgi-bin/ npgs/html/queries.pl*> (consultada en marzo de 2006).

Halffter, G. 1984. Biosphere reserves: The conservation of nature for man, en *Conservation, Science, and Society*, vol. II. UNESCO-UNEP, París, p. 45.

Halffter, G. 1987. Biogeography of the montane entomofauna of Mexico and Central America. *Annual Review of Entomology* **32** : 95-114.

Halffter, G. 1988. El concepto de reserva de la biosfera, en P. Reyes-Castillo (ed.), *El futuro del hombre en la naturaleza: ensayos sobre reservas de la biosfera*. Instituto de Ecología, México, pp. 79-111.

Halffter, G. 2003. Biogeografía de la entomofauna de montaña de México y América Central, en J.J. Morrone y J. Llorente-Bousquets (eds.), *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía*. UNAM, México, pp. 87-97.

Hernández Xolocotzi, E. 1985. *Biología agrícola: los conocimientos biológicos y su aplicación a la agricultura*. Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología-CECSA, México.

INEGI. 1983. *Agenda estadística de los Estados Unidos Mexicanos*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI. 1994. *Atlas del territorio insular habitado de los Estados Unidos Mexicanos, 1990*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes.

INEGI. 2009. Comunicado núm. 025/09. El INEGI presenta los resultados de las cuentas económicas y ecológicas de México, en <*www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Boletines/Boletin/Comunicados/especiales/2009/febrero/comunica2.pdf*> (consultado en abril de 2009).

INEGI, CONABIO e INE 2007. *Ecorregiones terrestres de México, escala 1:1 000 000*. México.

IPCC. 2007. Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. M.L. Parry, O.E. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden y C.E. Hanson (eds.), Cambridge University Press, Cambridge.

Jansson, A.M., M. Hammer, C. Folke y R. Constanza. 1994. *Investing in natural capital: The ecological economics approach to sustainability.* Island Press, Washington, D.C.

Kim, E.H., A. Morse y L. Zingales. 2006. What has mattered to economics since 1970. *Journal of Economic Perspectives* **20**: 189-2002.

Martínez, M. 1979. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas.* Fondo de Cultura Económica, México.

Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis. World Resources Institute, Washington, D.C.

Myers, R.A., y B. Worm. 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature* **423**: 280-283.

Pauly, D., V. Christensen, J. Dalsgaard, R. Froese y F. Torres Jr. 1998. Fishing down marine food webs. *Science* **279**: 860-863.

Perales, H.R., y J.R. Aguirre. 2008. Biodiversidad humanizada, en *Capital natural de México*, vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México, pp. 565-603.

Pikitch, E.K., C. Santora, E.A. Babcock, A. Bakun, R. Bonfil *et al.* 2004. Ecosystem-based fishery management. *Science* **305**: 346-347.

Profepa. 2006. *Informe anual 2006*, en <*www.profepa.gob.mx/PROFEPA/Conozcanos/Informes/InformeAnual2006.htm*> (consultado en enero de 2007).

Prugh, T., R. Costanza, J.H. Cumberland, H.E. Daly, R. Goodland *et al.* 1999. *Natural capital and human economic survival*. Ecological Economics Series, CRC Press, Boca Ratón.

Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales y A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana* **21**: 21-82.

Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales y N. González-Ruiz. 2008. *Catálogo de autoridades de los mamíferos terrestres de México.* División de Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM-Iztapalapa. Base de datos SNIB-CONABIO, proyecto ES010, México.

Reynolds, J.D., N.K. Dulvy y C.M. Roberts. 2002. Exploitation and other threats to fish conservation, en P. Hart y J.D. Reynolds (eds.), *Handbook of fish biology and fisheries*, vol. 2, *Fisheries.* Blackwell Publishing, Oxford, pp. 319-341.

Sagarpa. 2004. Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación*, 15 de marzo de 2004.

Semarnat. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestre – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, 6 de marzo de 2002, México.

Semarnat. 2009. Programa especial de cambio climático 2008-2012. Versión para consulta pública 24/03/2009, en <*www.semarnat.gob.mx/queessemarnat/consultaspublicas/Documents/pecc/consultacomplementaria/090323%20PECC%20vcpc.pdf*>.

Capital natural de México

En febrero de 1992 un selecto grupo de científicos mexicanos y extranjeros, invitados por el Presidente de México a iniciativa de José Sarukhán y Rodolfo Dirzo, participó en la Reunión Internacional sobre la Problemática del Conocimiento y Conservación de la Biodiversidad. Al concluir la reunión, y atendiendo la recomendación de los asistentes, quienes reconocieron el considerable avance que ya existía en el país sobre el tema, se publicó el acuerdo presidencial de creación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, en marzo del mismo año. Su misión es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica y a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad, así como servir de puente entre la comunidad científica y quienes toman decisiones desde la esfera gubernamental.

La institución comenzó sus labores hace casi 17 años con Jorge Soberón como secretario ejecutivo y un grupo de investigadores con espíritu académico, creatividad científica y certera visión, que le imprimieron a la Conabio un sello que perdura a la fecha.

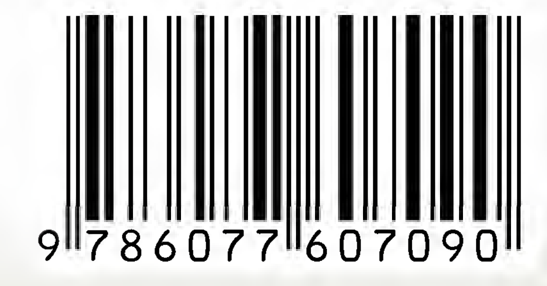
El trabajo de la Conabio ha contribuido significativamente al avance y difusión del conocimiento de la biodiversidad de México hasta llegar a su estado actual; la labor se ha llevado a cabo con la estrecha colaboración de diversos sectores de la sociedad, principalmente de la comunidad científica mexicana, sin cuya participación la solidez de los resultados obtenidos no habría sido posible. Hoy es una institución reconocida y respetada internacionalmente por la calidad de su trabajo y por los logros alcanzados en la materia.

En 2004 la Conabio decidió emprender un ambicioso esfuerzo para evaluar el estado de la biodiversidad del país que incluyera el análisis de lo ocurrido en el pasado reciente respecto a nuestro capital natural y los posibles escenarios en el futuro. Comenzó por hacer una extensa convocatoria a especialistas en aspectos relacionados con la diversidad biológica y cultural de México, con el fin de reunir a un grupo amplio de colaboradores que aportara distintos enfoques, conocimientos y experiencias.

El estudio desarrollado por este grupo de más de 600 autores provenientes de muy diversas instituciones y organizaciones, se ha visto enriquecido y alimentado, en muchos aspectos, con la información y el conocimiento compilado o generado por la Conabio. En este sentido, podemos afirmar que la obra *Capital natural de México*, que aparece ahora como culminación de ese estudio, es resultado del trabajo de los investigadores que participaron, así como de quienes han formado parte de esta Comisión Nacional.

Ha sido muy satisfactorio para la Conabio contar con la colaboración desinteresada de este amplio y valioso grupo, al que agradecemos profundamente su generoso esfuerzo y dedicación para llevarlo a cabo, y es un orgullo para quienes trabajamos en esta institución haber contribuido con los autores a que México disponga de una obra de esta magnitud que estamos seguros será de gran trascendencia para nuestra nación.

Ana Luisa Guzmán
Secretaria ejecutiva de la Conabio







ISBN 978-607-7607-09-0 | ©2009 Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad | México